ISSN 0376-477X

中華農業研究

第五十二卷　　第 二 期

目　次

番石榴果實網袋包在絲瓜園誘殺瓜實蠅（雙翅目：果實蠅科）之效果
....何坤耀　洪士程　陳健忠　李後晶… 85
不同殺草劑對叢枝內生菌根菌族群變動之影響
....林素禎　林淑媛　吳繼光… 93
影響紫丁香蘑出菇因子之研究
....陳美杏　彭金騰　陳錦桐　簡宣裕… 99
利用葉綠素測計估測莧菜植體葉綠素及氮素狀態
....楊純明　沈百奎　余志儒　羅朝村　吳正宗…107
玉米種子發芽之耐銨性及耐性組合力分析
....謝光照　曹文隆　楊金興　盧煌勝…119
玉米不同株齡幼苗與耐銨之相關性
....謝光照　曹文隆　何千里　楊金興　盧煌勝…130
不同品系仙草清除超氧陰離子自由基能力及其加工之研究
....羅淑卿　胡敏夫　洪千雅　顏國欽…136
利用RAPD技術分析桃種原親緣關係
....溫英杰　許財誠…144

中華民國九十二年六月

行政院農業委員會農業試驗所出版

中華民國　臺灣省　臺中縣　霧峰鄉

中華農業研究(J. Agric. Res. China) 52:85~92 (2003)

番石榴果實網袋包在絲瓜園誘殺瓜實蠅(雙翅目：果實蠅科)之效果[1]

何坤耀[2,5] 洪士程[2] 陳健忠[3] 李後晶[4]

摘 要

何坤耀、洪士程、陳健忠、李後晶。2003。番石榴果實網袋包在絲瓜園誘殺瓜實蠅(雙翅目：果實蠅科)之效果。中華農業研究 52:85-92。

含成熟番石榴果實之網袋包外套粘板，在絲瓜園比不含果餌或含絲瓜幼果之網袋包，能誘得較多之瓜實蠅(*Bactrocera cucurbitae* Coquillett)，且誘得之雌蟲量多於雄蟲。2002 年在絲瓜園試驗結果，在有懸掛網袋包試區確可誘殺大量之雌、雄蟲，與只噴農藥無懸掛之對照區比較，在三週之後即可明顯的降低被害瓜率並獲得 61.4％之防治率，因而減少殺蟲劑之施用。另由園區族群目測調查結果，在網袋包懸掛區內目測之雌蟲，較懸掛試區之雄蟲或無懸掛對照區之雌、雄蟲多 3.7~7 倍。由懸掛網袋包試區開始調查時，明顯可見到較多之雌蟲及整體誘得懷卵雌蟲百分率之下降趨勢，亦可顯示出番石榴網袋包在絲瓜園對瓜實蠅確有良好之誘殺效果。

關鍵詞：果實網袋包、絲瓜、瓜實蠅。

前 言

瓜實蠅(*Bactrocera cucurbitae*)爲目前台灣瓜果類的重要害蟲，全年可發生5~6代(李1972，章1980，Fletcher 1987)。本蟲原屬於草原性之昆蟲，其活動能力遠較東方果實蠅爲強(朱1998)，因而在防治上之難度亦相當高。多年來對此蟲之發生生態及危害防治上雖有多人研究(方&章1986，Cheng *et al.* 2001)，然其發生依然猖獗。

目前之防治策略除施用化學藥劑及套袋、清園外，亦非常著重各種誘殺方法。盡可能採用各種誘引質材，例如克蠅誘殺雄蟲(朱&魯 1987)、黃色粘板(劉&張 1995，呂 1997)、蛋白質水解物、黑糖漿及果汁等食物誘餌(劉&陳 1995，方&劉 1998)及誘殺器(Gazit *et al.* 1998，何等 2001，陳等 2001)等，甚至亦採用果實誘餌(黃&顏 1998，劉等 1998，何 2003)直接誘殺產卵或覓食之雌、雄蟲。

在防治策略上必須要依據有效、經濟又安全、易行之基本原則，亦即在瓜實蠅之防治上最好能夠

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2150 號。接受日期：92 年 4 月 16 日。
2. 本所嘉義分所植保系副研究員、助理研究員。臺灣省 嘉義市。
3. 本所應用動物組副研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。
4. 國立台灣大學昆蟲系教授。台北市。
5. 通訊作者，電子郵件：kunyawho@dns.caes.gov.tw；傳眞機：(05)2773630。

做到降低成本、增大效果，並儘量少用農藥而又能容易施行。採用成熟果實網袋包之誘殺法似可合乎此等基本要求，能夠利用果餌之天然汁味，有效的將瓜實蠅誘到黃色粘板上，成本比噴藥低，而且亦可避免殘留毒問題，只要習慣後就能輕易操作。

由於在進行番石榴網袋包誘殺東方果實蠅之試驗時，發現亦經常捉到大量的瓜實蠅雌、雄蟲，因而引發進行本試驗之動機。在本試驗中將利用成熟番石榴之果實網袋包，直接在絲瓜園(及苦瓜園)測試，評估對瓜實蠅之誘殺及防治效果。

材料與方法

番石榴網袋包對瓜實蠅之誘引效果

2001 年 4—6 月，在雲林斗六番石榴園東方果實蠅誘殺試區內，調查 16 組番石榴網袋包(約含 200g 成熟中山種番石榴，外覆高冠牌 22 × 22 cm 黃色粘板)樣品上每週之雌、雄瓜實蠅誘殺量。另在嘉義竹崎絲瓜園之番石榴網袋包誘殺試區，調查含有番石榴果餌及不含果餌對照各 12 組網袋包樣品每週之雌、雄瓜實蠅誘殺量。並在竹崎絲瓜園試區，比較含有番石榴果餌、絲瓜幼瓜餌及不含果瓜餌對照等三種處理，各計算 4 個樣品每 3 天之雌、雄誘殺量。將上述各處理蟲數分別求算平均數及標準偏差值，並比較差異顯著性。

番石榴網袋包在絲瓜園中對瓜實蠅之果實被害率、誘殺蟲數及防治率

於 2001 年 5—6 月間，在竹崎之絲瓜園進行 7 週。在約 0.6 公頃番石榴果實網袋包試區，懸掛 16 包之番石榴果餌及 4 組安啦誘蠅器(台灣嘉義瑞芳公司出品，內含 4.5 × 4.5 × 0.9 cm 之 42.7%克蠅誘殺板)。另在試區外圍間隔約 50 及 100 公尺無懸掛果實網袋包之絲瓜園內，共懸掛 2 組安啦誘蠅器作為對照區。每週調查試區內各小區 50 個果實(謝花後至三分之一大小之幼瓜)之被害率(計在懸掛網袋包區有 4 樣品，對照區有 2 樣品)、各網袋包粘板上之瓜實蠅雌、雄蟲數及各安啦誘蠅器內誘殺之雄蟲數。將第一週全區誘殺之雄蟲數視為處理前之蟲數，其他各週之雄蟲數則依序視為處理後之蟲數，再依下列公式求算防治率：

$$防治率(\%)=(1-\frac{處理區處理後蟲數\times對照區處理前蟲數}{處理區處理前蟲數\times對照區處理後蟲數})\times 100$$

繼續於 2001 年之 7 月間在同一區絲瓜園旁邊之苦瓜園及於 2002 年 2～6 月間在相同之絲瓜園，進行上述相同之調查，唯將絲瓜園網袋包誘殺蟲數之調查細分成有、無果餌兩組處理。

絲瓜園內瓜實蠅目測族群與懷卵雌蟲之數量變化

先在同前之絲瓜園試驗區與相同之試驗期間，亦每週進行一次調查。現場以目視法巡視並記錄全區停在葉片及果實上之瓜實蠅雌、雄數目，每區緩步來回繞行兩次共約花 20 分鐘(約在 9:00～10:00 am 間)，然後再求算目視族群占全週誘殺量之比率。另在相同之試區，巡視全區 16 站網袋包上新近所誘殺尚未死亡之雌蟲，將其腹部依飽滿堅實與虛空柔弱分成有懷卵或無懷卵兩種(可很容易由經驗判斷，少數無法明確判定者則不予計數)，並求算每次平均懷卵雌蟲所占之百分率。

統計分析

將上述各區所調查之誘殺蟲數以開方處理，而所求得之百分率則經反正弦($\sin^{-1}$)轉角換算，再以鄧肯氏多變域測驗分析，比較各組處理 95%程度之差異顯著性(P=0.05，Duncan's multiple range test, 即 DMRT)。

結　果

番石榴網袋包之誘引效果

將含番石榴果餌、不含果餌對照及含幼瓜餌網袋包等各處理之誘殺瓜實蠅雌、雄平均與標準偏差，整理後列於表 1 及表 2。總計在第一種處理番石榴網袋包每週誘得之雌蟲數，比雄蟲多三分之一。第二種處理番石榴網袋包之誘雌量，則爲誘得雄蟲之 3 倍，而含果餌網袋包每週之誘雌量，則顯著較不含果餌對照之誘雌量多。第三種處理(表 2)之含番石榴果餌、絲瓜瓜餌及無餌對照等三組試區，每 3 天之誘殺雌蟲量還是以含有番石榴果餌者爲多，約爲其他兩組之 2 倍。而誘雄量亦以含有番石榴果餌者爲高，亦約爲其他兩組之 2 倍，且達顯著差異水準。

番石榴網袋包在絲瓜園之誘殺效果

2001 年番石榴網袋包試區及對照區之被害瓜率等列如表 3，顯示在試區及對照區間之平均被害瓜率並無顯著差異，然在懸掛網袋包區則有降低 27.2%之現象，而對照區則反而昇高 15.5%，兩者總共有 42.7%之效果差距。網袋包所誘殺之雌、雄量平均與懸掛網袋包區之安啦誘蠅器所誘殺之雄蟲量皆無顯著差異，亦有下降之趨勢，然三者確較對照區之安啦平均誘雄量顯著爲低，亦即網袋包較僅懸掛克蠅之誘殺區更具降低蟲源之效果。求得之試區防治率，亦逐漸由 2.1 昇至 24.3，再昇至 83.6 後又稍微下降。

表 1. 番石榴網袋包對瓜實蠅平均誘殺蟲數

Table 1. The average number of melon fly trapped by using guava-sticky-bag

Item	No. flies attracted weekly (Mean[z] ± SD)		
	Bag with guava[y]	Bag with guava[x]	CK without bait
Female	4.8 ± 2.9	13.6 a ± 9.4	7.7 b ± 7.4
Male	3.6 ± 2.7	4.5 a ± 3.3	2.3 a ± 2.6
Sample size	16	12	12

[z] Means in the same row followed by the same letter are not significantly different (P=0.05, DMRT).

[y] At Touliu guava orchard.

[x] At Chuchi sponge gourd field.

表 2. 果實網袋包對瓜實蠅平均誘殺蟲數

Table 2. The average number of melon fly trapped by using fruit in net bag

Sex	No. flies attracted / 3days (Mean[z] ± SD, n=4) at Chuchi		
	Bag with guava	Bag with sponge gourd	CK without bait
Female	60.0 a ± 20.6	32.0 a ± 20.0	33.8 a ± 15.1
Male	44.0 a ± 18.1	19.3 b ± 12.9	23.5 ab ± 13.8

[z] Means in the same row followed by the same letter are not significantly different (P=0.05, DMRT).

表 3. 2001 年番石榴網袋包在竹崎絲瓜園對瓜實蠅之誘殺效果

Table 3. The attracting effectiveness for melon fly by using guava-sticky-bag at Chuchi sponge gourd field in 2001

May-June	% Fruit infested		No. flies trapped				% Control in treatment
	Treatment	Ck	T-Bag[z] ♀	T-Bag ♂	T-Cuel.[y] ♂	CK-Cuel. ♂	
Week 1	59.5	27.0	43.4	34.0	58.3	146	--
Week 2	50.5	30.0	41.2	30.6	91.3	47.5	0
Week 3	51.0	38.0	58.0	37.9	77.8	87.5	0
Week 4	32.0	29.0	37.8	20.6	14.8	74.5	2.1
Week 5	43.0	38.0	28.5	18.2	24.5	96.5	24.3
Week 6	26.6	34.0	14.2	6.8	21.3	223	83.6
Week 7	32.3	42.5	16.5	8.5	53.0	156	58.1
Av.[x]	42.1 A	34.1 A	34.2 b	22.4 b	48.7 b	90.0 a	28.0

[z] T-Bag: Guava-sticky-bag treatment.

[y] Cuel. ♂ : Male fly trapped by cuelure in An-La fly trap at treatment and near CK.

[x] Means in the percent or number group followed by the same letter are not significantly different (P=0.05, DMRT).

在第 2 年將近 4 個月之調查結果(表 4)，網袋包懸掛區及無掛對照區全期之被害瓜率平均達 30 幾%，兩者無顯著差異。網袋包粘板之誘殺蟲數，雌蟲約為雄蟲之 1.5 倍，有果餌者約為無餌者之 3 倍，統計上皆達顯著差異水準。

絲瓜園內瓜實蠅目測族群與懷卵雌蟲之數量變化

於 2001 年之調查結果(表 5)顯示，不論是在網袋包懸掛試區或無懸掛之對照區所目視之雌蟲皆多於雄蟲，尤其是懸掛試區之雌蟲顯著為多。懸掛試區目視雌蟲量平均約為誘殺雌蟲量的 1.04%，而目視雄蟲數僅為誘殺雄蟲量之 0.13%。另在粘紙上新近誘殺活的懷卵雌蟲，平均將接近 80%。隨後在苦瓜園之調查亦有類似結果，亦以目視之雌蟲多於雄蟲，平均每週目視之雌、雄量僅各占雌、雄誘殺總量之 0.3 與 0.03%，而苦瓜區懷卵雌蟲比率亦高達 85%，亦即亦包含有相當多之已受孕外侵蟲源。第 2 年之調查結果(表 6)因早期前 6 週園區蟲源密度尚低，故僅在對照園區內發現到 1 隻雌成蟲活動。全期平均在懸掛網袋包試區目視之雌蟲亦顯著高於該區之雄蟲及對照區之雌、雄蟲，而目視雌雄蟲之比率亦很低，僅為誘殺雌雄蟲數之 0.03－1.2%。另在試驗第 3 週後即已誘到不少之懷卵雌蟲，而整體懷卵雌蟲之比率亦有降低之趨勢。

討　論

由表 1 顯示含有番石榴果餌之網袋包，較不含果餌之對照包或含絲瓜瓜餌之網袋包(表 2)，皆約有超過一倍的誘殺能力，而且網袋包在田間誘殺之瓜實蠅雌蟲數皆多於雄蟲數。在含有絲瓜果實之處理誘殺雌、雄量與對照不含果餌組之間並無顯著差異，可知含番石榴果餌者能誘較多之瓜實蠅雌、雄蟲，主要係因成熟番石榴之汁味較能有效的誘引欲前往取食之成蟲(方&劉 1998)，而絲瓜瓜餌則誘引前往取食或產卵之瓜實蠅成蟲之效能較低。然因第三種處理(表 2)之樣品數較少，且標準偏差又相當高，使得含番石榴果餌、絲瓜瓜餌及無餌對照等三組之誘雌量並未達顯著差異水準，宜再增加樣品數進行測試。

表 4. 2002 年番石榴網袋包在竹崎絲瓜園對瓜實蠅之誘殺效果

Table 4. The attracting effectiveness for melon fly by using guava-sticky-bag at Chuchi sponge gourd field in 2002

2002 Feb.-June	% Fruit infested		No. flies trapped						% Control in treatment
			T-Bag[z] ♀		T-Bag ♂		T-Cuel.[y] ♂	CK-Cuel. ♂	
	Treatment	CK	With	Without	With	Without			
Week 1	32.0	22.0	12.1	2.9	3.0	0.5	8.8	3.0	--
Week 2	35.5	35.0	15.6	13.4	8.1	13.1	105	12.5	0
Week 3	18.0	30.0	13.1	2.8	9.6	1.9	21.5	19.0	61.4
Week 4	37.0	26.0	10.8	3.0	4.9	2.4	70.3	38.0	36.9
Week 5	21.0	19.0	17.3	2.0	7.4	0.5	14.0	59.5	92.0
Week 6	34.0	29.0	27.8	11.4	12.4	4.6	63.0	52.5	59.1
Week 7	42.0	43.0	25.4	6.3	20.1	2.8	68.3	66.0	64.7
Week 8	27.0	34.0	45.9	8.3	38.5	6.6	92.3	44.5	29.3
Week 9	60.0	28.0	28.8	11.9	19.9	9.4	438	48.0	0
Week 10	25.0	23.0	37.9	11.3	22.1	9.1	143	117	58.3
Week 11	25.5	32.0	29.8	13.1	15.3	8.4	236	180	55.3
Week 12	29.0	34.0	89.9	20.9	77.0	15.9	174	336	82.3
Week 13	54.0	51.0	47.0	19.1	31.3	15.4	445	552	72.5
Week 14	54.2	45.7	27.3	14.0	18.4	9.9	436	426	65.1
Week 15	89.3	59.7	45.0	25.4	13.3	11.3	445	469	67.7
Av.[x]	38.9 A	34.1 A	31.6 b	11.1 d	20.1 c	7.5 e	184 a	162 a	53.2

[z] T-Bag: Guava-sticky-bag treatment with or without guava.

[y] Cuel. ♂ : Male fly trapped by cuelure in An-La fly trap at treatment and near CK.

[x] Means in the percent or number group followed by the same letter are not significantly different (P=0.05, DMRT).

表 5. 2001 年絲瓜園試區現場目視瓜實蠅成蟲及懷卵雌蟲之數量與比率

Table 5. The number and ratio of observed adults and gravid females of melon fly at a sponge gourd field in 2001

2001 May-June	No. flies observed				% Flies observed		No. ♀ trapped		Gravidity (%)
	T♀	T♂	CK♀	K♂	T♀ / T-Bag[z]♀	T♂ / All ♂[y]	Gravid	Ungravid	
Week 1	22	4	7	0	3.2	0.5	65	1	98.5
Week 2	25	1	5	0	3.8	0.1	53	2	96.4
Week 3	1	0	8	0	0.1	0	3	0	100
Week 4	0	1	0	0	0	0	4	7	36.4
Week 5	1	0	3	0	0.2	0	3	4	42.9
Week 6	0	0	0	0	0	0	0	0	--
Week 7	0	0	0	0	0	0	7	0	100
Av.[x]	7.0 A	0.9 AB	3.3 AB	0 B	1.04 a	0.13 a	19.3 A	2.0 A	79.0

[z] T-Bag: Guava-sticky-bag treatment.

[y] All ♂ : Males trapped by guava-sticky-bag and by cuelure in An-La fly trap.

[x] Means in the number or percent group followed by the same letter are not significantly different (P=0.05, DMRT).

表 6. 2002 年絲瓜園試區現場目視瓜實蠅成蟲及懷卵雌蟲之數量與比率

Table 6. The number and ratio of observed adults and gravid females of melon fly at a sponge gourd field in 2002

2002 Feb.-June	No. flies observed				% Flies observed			No. ♀ trapped		Gravidity (%)
	T♀	T♂	CK♀	CK♂	T♀/ T-Bag[z]♀	T♂/ All ♂[y]	CK♂/ CK-Cuel. ♂[x]	Gravid	Ungravid	
Week 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Week 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--
Week 3	0	0	0	0	0	0	0	23	0	100
Week 4	0	0	0	0	0	0	0	31	4	88.6
Week 5	0	0	1	0	0	0	0	40	4	90.9
Week 6	0	0	0	0	0	0	0	47	13	78.3
Week 7	5	1	1	0	1.4	0.2	0	48	34	58.5
Week 8	2	1	0	0	0.7	0.1	0	14	26	35.0
Week 9	25	2	0	0	7.7	0.1	0	23	21	52.3
Week 10	2	2	1	1	0.5	0.2	0.4	21	67	23.9
Week 11	19	3	0	0	5.5	0.3	0	50	38	56.8
Week 12	3	0	0	0	0.3	0	0	13	48	21.3
Week 13	1	1	1	0	0.2	0.1	0	48	36	57.1
Week 14	0	0	0	0	0	0	0	46	29	61.3
Week 15	7	2	8	0	1.2	0.1	0	42	27	60.9
Av.[w]	4.3 A	0.8 B	0.8 B	0.1 B	1.2 a	0.07 b	0.03 b	29.7 A	23.2 A	52.3

[z] T-Bag: Guava-sticky-bag treatment.

[y] All ♂ : Males trapped by guava-sticky-bag and by cuelure in An-La fly trap.

[x] Cuel. ♂ : Male fly trapped by cuelure in An-la fly trap.

[w] Means in the number or percent group followed by the same letter are not significantly different (P=0.05, DMRT).

由試區整體之平均28%防治率(表3)，不易顯示防治效果，但由58.1—83.6%之後期防治率及被害率與誘殺瓜實蠅雌、雄數量之下滑趨勢，則較能明確的看出網袋包在絲瓜園對瓜實蠅亦有不錯的誘殺效果。亦即番石榴網袋包在絲瓜園對瓜實蠅之誘殺力，並不輸於在番石榴園對東方果實蠅之誘殺力(黃&顏 1998，劉等 1998，何 2001)。由於本試區並非隔離獨立之果園，從後期對照區之安啦誘蠅器所誘殺之大量雄蟲推知，確有外來蟲源湧入試區中(朱 1998)，而使得試區之被害瓜率居高不下。隨後在鄰近之苦瓜園亦進行相類似的網袋包誘殺調查，雖因遭遇颱風致使果園廢耕而中斷，但由其3週之調查結果亦顯示園區蟲源多、被害率高，而網袋包上平均亦能誘到44.4隻雌蟲及26.1隻雄蟲，平均防治率則達38.0%，亦見不錯之誘殺效果。

依表4之結果可顯示出單獨使用黃色粘板，對瓜實蠅僅具有果實網袋包之三分之一的誘殺能力(劉&張 1995，呂 1997)，而處理與對照兩區之安啦誘蠅器誘雄量則無差異，但顯著較網袋包粘紙所誘得者爲多。整體而言，在網袋包懸掛3週後已可看出防治效果，此時期有懸掛網袋包試區之被害率明顯降低17.5%，且防治率已達61.4%。至第8、9週時誘得之雌、雄量明顯增高，致使被害瓜率大增而防治率下降，亦即在此時由外區湧入大量之蟲源，因而要求果農在懸掛網袋包試區及對照區作緊急施藥防治。噴藥後之被害率及誘殺蟲數皆有下降且懸掛區之防治率亦呈回昇。至12、13週時之被害率及誘殺蟲數又再度攀昇，致使防治率又逐漸下降。此時期由於湧入之蟲源太多，致使被害瓜率太高，農民已放棄再施藥而準備廢耕，但防治率尚可維持6成以上。由上可知，在一般開放無法隔離之絲瓜園，不時會有大量蟲源湧入，故於懸掛番石榴網袋包誘殺時尚不足以完全有效地壓制，故約每隔4週就必須補行施藥措施，才能確保番石榴網袋包之誘殺效果。

第1年因爲在5—6月間密度昇高期調查(表5)，故試區之瓜實蠅目視雌蟲於剛開始時即已不少，而懷卵雌蟲亦於前兩週誘得較多，而至第4週時之懷卵雌蟲比率亦因被捕捉而呈顯著下降。但在第6、7週隨即又有新的蟲源侵入，又可捉到較多的懷卵雌蟲(即進入園區準備產卵的)，但相對於第1、2週目視及捉到之懷卵雌蟲，密度顯已大降，由此亦可間接證明番石榴網袋包之誘殺效果。在第2年剛開始第3週後即可陸續捉到不少之懷卵雌蟲(表6)，至第8週懷卵比率已明顯下降。然至第9週及最後幾週捉到懷卵雌蟲之比率又稍呈回昇，顯示外侵之蟲源不斷侵入。然由表4之後期尚維持有60—70%之防治率，可見番石榴網袋包在此時期亦能發揮不錯的誘雌效果。

總結番石榴網袋包在絲瓜園對瓜實蠅之誘殺結果，可見其誘蟲量皆較單獨使用粘板或絲瓜果餌者爲多，而且誘得之雌蟲多於雄蟲。由2002年在絲瓜園之試驗結果，在網袋包試區三週之後即可明顯地較只懸掛克蠅區降低果實被害率，因而果農可減少每1—2週必需之例行施藥防治次數。又網袋包懸掛試區之平均目測雌蟲數顯著較對照區之雌、雄多3.7—7倍，而其中懷卵雌蟲之比率又有逐漸降低之趨勢。綜合此等試驗數據，顯示番石榴果實網袋包在絲瓜園確俱良好誘殺雌蟲及防治之潛力。若能再擴大面積共同懸掛，則將更能降低蟲源而減少施藥次數。

引用文獻

方敏男、章加寶。1986。瓜實蠅對絲瓜之危害及防治方法研究。台中區農業改良場研究彙報 13:37-42。

方敏男、劉添丁。1998。不同誘引物質對瓜實蠅之誘殺效果觀察。p.192-206。台灣果實蠅防治研討會專刊。台中市國立中興大學編印。

朱耀沂。1998。對果實蠅防治的三項建議。p.26-35。台灣果實蠅防治研討會專刊。台中市國立中興大學編印。

朱耀沂、魯仲瑩。1987。利用克蠅調查瓜實蠅、族群密度可行性之探討(2)克蠅的有效距離和瓜實蠅之分散趨勢。植物保護學會會刊 29:361-369。

呂鳳鳴。1997。瓜實蠅(雙翅目：果實蠅科)產卵之偏好性(Ⅰ)寄主果實與顏色。中華昆蟲 17:237-243。

何坤耀、許洞慶、李後晶。2001。利用安啦誘蟲器及網袋番石榴外套粘紙防治東方果實蠅效果評估。台灣昆蟲 21:423-424。

何坤耀。2003。管理東方果實蠅族群之兩種新誘殺策略評估。國立台灣大學博士論文。79pp。

李錫山。1972。瓜實蠅之生態研究。植物保護學會會刊 14(4):175-182。

陳健忠、董耀仁、鄭玲蘭。2001。改良麥氏器對東方果實蠅(*Bactrocera dorsalis* (Hendel))(雙翅目：果實蠅科)誘殺效果評估。台灣昆蟲 21:65-75。

章加寶。1980。瓜實蠅之實驗生物學。國立中興大學碩士論文。65 pp。

黃振聲、顏耀平。1998。瓜果實蠅性費洛蒙與誘引劑及溫度對克蠅與甲基丁香油誘引力影響之研究。p.149-172。台灣果實蠅防治研討會專刊。國立中興大學編印。台中市。

劉玉章、張佳燕。1995。瓜實蠅食物引誘劑之篩選及黃色粘紙之附加作用。中華昆蟲 15:35-46。

劉玉章、陳昇寬。1995。瓜實蠅食物引誘劑之開發。植物保護學會會刊 37:189-199。

劉添丁、黃金助、楊麗珠、陳慶忠。1998。果實蠅食物誘引劑之誘殺效果評估。p.182-191。台灣果實蠅防治研討會專刊。國立中興大學編印。台中市。

Cheng, E. Y., Y. B. Hwang, and C. H. Kao. 2001. Area-wide fruit fly control in Taiwan (1994-2000). p.136, in 4th APCE. 14-17 August 2001, Kuala Lumpur.

Fletcher, B. S. 1987. The biological of Dacine fruit flies. Annu. Rev. Entomol. 32:115-144.

Gazit, Y., Y. Roessler, N. D. Epsky, and R. R. Heath. 1998. Trapping females of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Israel: Comparison of lures and trap type. J. Econ. Entomol. 91: 1355-1359.

Trapping Effectiveness of Guava Fruit in a Net Bag for the Melon Fly, *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae) in Sponge Gourd Field[1]

Kun-Yaw Ho[2,5], Shi-Cheng Hung[2], Chien-Chung Chen[3]
and How-Jing Lee[4]

Summary

Ho, K.Y., S. C. Hung, C. C. Chen and H. J. Lee. 2003. Trapping effectiveness of guava fruit in a net bag for the melon fly, *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae). J. Agric. Res. China 52:85-92.

Ripe guava fruits in net bag wrapped with sticky board (guava-sticky-bag) could attract more female melon flies (*Bactrocera cucurbitae* Coquillett) than the treatments that with young sponge gourd or no fruit in the net bag in sponge gourd field. Results of the experiment conducted in a sponge gourd field in 2002 showed that the guava-sticky-bag trapped a large number of female and male flies and reduced the percentage of the infested fruit. A 61.4% control rate was obtained after using guava-sticky-bag for 3 weeks, compared with the control treatment which only use insecticide to control the melon fly. The use of guava-sticky-bags resulted in the reduction of chemical application in sponge gourd field. From the observations of the fly population occurred in the field, we found that there were 3.7 to 7 folds more of the females in the guava-sticky-bag treated plot than the males in the same plot or than the total of female and male flies in the control plot. Based on the results of more female flies found in the guava-sticky-bag treated plot and the decreasing tendency of the percentage of trapped gravid female, it shows that the guava-sticky-bag can trap the melon fly effectively in sponge gourd field.

Key words：Fruit web-bag, Sponge gourd, *Bactrocera cucurbitae*.

---

1. Contribution No.2150 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted：April 16, 2003.
2. Respectively, Associate Entomologist, Assistant Researcher, Department of Plant Protection, Chia-Yi Agricultural Experiment Station, TARI, Chia-Yi, Taiwan,ROC.
3. Associate Entomologist, Applied Zoology Division, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan,ROC.
4. Professor, Department of Entomology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan,ROC.
5. Corresponding author, e-mail：kunyawho@dns.caes.gov.tw ; Fax：(05)2773630.

中華農業研究(J. Agric. Res. China) 52:93~98 (2003)

不同殺草劑對叢枝內生菌根菌族群變動之影響[1]

林素禎[2] 林淑媛[2] 吳繼光[3,4]

摘　要

林素禎、林淑媛、吳繼光。2003。不同殺草劑對叢枝內生菌根菌族群變動之影響。中華農業研究 52:93-98。

本文主要探討年年春、巴拉刈與龍無草等三種殺草劑對田間雜草紫花藿香薊的菌根菌感染率及根圈產孢量的影響。第一年的試驗中，殺草劑年年春施用 14 天後會明顯降低紫花藿香薊的菌根菌感染率，而第二年的試驗中更確認殺草劑年年春對紫花藿香薊有顯著抑制菌根菌感染率的效果。第一年的試驗中雖然殺草劑年年春對於菌根菌孢子的形成，在統計上沒有顯著的抑制作用，但第二年的調查發現三種殺草劑的施用確實對於孢子數的減少有明顯的效果。本試驗所使用的三種殺草劑不會改變田間菌根菌的種類。

關鍵詞：殺草劑、叢枝內生菌根菌、感染率、孢子。

前　言

叢枝內生菌根菌在農試所第 35 號試驗田經過三年(1995.8.~1998.7)的長期觀察結果顯示，試驗前土壤中共記錄有 12 種菌根菌，但經三年玉米與水稻輪作後，其多樣性已呈穩定以 *Glomus occultum, G. claroideum, Acaulospora morrowiae, A.* sp. (SM-3501)為優勢菌種。試驗前土壤中每 50 克土壤所含的平均孢子數為 221.2 (範圍: 99~358.5), 經過三年的試驗後土壤的孢子數已下降到 13.1(範圍：5.3~24.9)。孢子數逐年遞減的現象發現在各種處理上，即使對照組也不例外。由於#35 試驗田內細分為七處理，四重複，每一處理小區均以田埂 0.2M 寬做分隔，另每重複的四周又以 1M 寬的田埂再做大分隔。根據計算所有田埂的面積約佔總面積的十分之一強。目前田間的雜草防治以噴灑殺草劑年年春，巴拉刈，龍無草為主。由於分隔用田埂的面積遠較一般農田為高，其單位面積土壤所承受的殺草劑量自然為高。叢枝菌根菌孢子數的驟減，雖然有人認為是因為水稻種植，淹水所致，但根據本所對另一長期輪作試驗田(第 68 號田)的調查，發現水稻連作田內菌根菌的孢子數較玉米-水稻輪作及玉米連作田為高(吳等 1995)。顯然菌根菌的族群有逐年降減的現象，可能是在種植期間所使用的殺草劑過量所引起。

有關殺草劑對於菌根菌的影響，早在 1984 年 Dr. J. Trappe 等人曾就殺草劑對於外生菌根菌的影響進行評論，其中年年春似乎對於外生菌根菌沒有影響，甚而有時有促進菌絲生長的現象。但在巴拉刈

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2151 號。接受日期：92 年 4 月 18 日。
2. 本所農化組助理研究員、約用助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 原本所農化系副研究員，現為臺鹽實業股份有限公司生技二廠代廠長。臺灣省　臺南市。
4. 通訊作者，電子郵件：wucg@tsi.tsicorp.com.tw；傳真機：(06)3840396。

而言，對於外生菌根菌的菌絲生長則有時會有抑制現象；同時，對於松樹的外生菌根的合成也會造成抑制(Cudlin *et al*. 1983)。

至於殺草劑對於叢枝菌根菌孢子產量的影響，常會因爲作物的種類、施用的劑量、以及環境條件等的不同，而造成結果不一致的現象(Johnson & Pfleger 1992)。巴拉刈(paraquat)依推薦量及其 15 倍用量施用於小麥田後發現該殺草劑並不會造成小麥根圈菌根菌孢子的產量減少(Smith *et al*. 1981)。此外，若施用巴拉刈及草滅淨(simazin)於柑橘園內，五年後對於柑橘菌根的感染率也無影響。但這兩種殺草劑於溫室內，若以澆灌的方式施用於柑橘盆栽內，則會顯著降低 *Glomus etunicatum* 在根內的感染率(Nemec & Tucker 1983)。由於龍無草是主要用於水稻田間的除草劑，有關於該化學藥劑對於菌根菌的影響則沒有任何的報導。

由於本所第 21 號及第 35 號試驗田中最常出現的雜草之一是屬於菊科的紫花藿香薊(*Ageratum houstonianum* Mill.)。因此本試驗就以年年春(Isopropylamine salt of N-phosphonomethyl glycine)，龍無草(Bensulfuron-methyl benzoate)，巴拉刈(1,1-Dimethyl-4,4-bipyridylium dichloride)等三種殺草劑對該雜草的菌根菌感染率及根圈產孢量的變化進行研究。在第一年(1998~1999)的試驗中，殺草劑年年春對於紫花藿香薊菌根菌的感染率有顯著的抑制效果，但對菌根菌的孢子數量，在統計上沒有顯著的抑制作用(吳等 2000)。本試驗爲第二年，將繼續探討三種殺草劑對紫花藿香薊菌根菌的感染率與孢子數量之影響。

材料與方法

施用不同殺草劑施用對土壤中叢枝菌根菌孢子數的影響

有關本項試驗的田間處理採完全逢機設計。共有四個處理(對照組，年年春，龍無草，巴拉刈)，三重複。樣區內的雜草爲紫花藿香薊。殺草劑分別於 88 年 8 月 2 日及 89 年 1 月 11 日依推薦濃度噴灑於樣區($25m^2$)內的雜草上。噴藥後一個月內每星期採樣一次，一個月後則不定期採樣。在每一處理的田區逢機選取五個面積一平方公尺的樣區進行採樣。每一樣區內逢機取樣四個點。以採土器採取表土以下二十公分的土壤。同一樣區所採得的次樣品將予以混合。在混合樣品中，稱取 50g 土後，以濕篩法和糖液離心法分離孢子後，在光學顯微鏡下計算孢子數量並挑取孢子，以 PVLG (polyvinyl alcohol lactic glycerol)與 Melzer's 碘液製成半永久片，以利孢子的鑑定與標本之保存(吳&林 1998)。

施用不同殺草劑施用對紫花藿香薊菌根菌感染率的影響

自前一採集的樣品中分離出植物根部樣品，經洗淨後以 Bevege (1968)；Phillips & Haayman (1970) 改良法染色，並利用 Giovannetti & Mosse (1980) 的格子線交叉法(Gridline Intersect Method)測定其菌根菌的感染率。格子線交叉法計算菌根菌的感染率方法簡述如下：在塑膠培養皿下蓋背面畫 0.5 英吋之方格，將已染色的根段置於塑膠培養皿內，在顯微鏡下觀測，計數所有根段與格子線交叉點的總點數(A)，及有感染的根與格子線交叉點的點數(B)，其菌根菌感染率＝B/A×100%。

結　　果

在殺草劑試驗前的背景調查中，共發現 *Glomus claroideum, G. mosseae, G. occultum, G. intraradices, Acaulospora morrowiae, A. tuberculata* 等主要菌種。但經過兩年的殺草劑試驗後，上述菌種仍存在試驗田的根圈土壤中。本次試驗所使用的殺草劑對於菌根菌族群的組成，尚未見到有任何的影響。

第二年殺草劑噴灑前三種殺草劑處理的紫花藿香薊之菌根菌感染率、孢子數與對照組沒有明顯差異(表 1，表 2)。本試驗於 88 年 8 月 2 日第一次依推薦濃度噴灑殺草劑後，年年春殺草劑處理第 7 天後感染率由 88 %急遽下降至 25 %，且在第 14 天下降至 7 %，下降的現象持續達 4 週之久(表 1)。其他兩種殺草劑則無顯著性差異。反觀孢子數的變化，所有施用殺草劑的處理在第三週後產孢量與對照組相較，

均呈現顯著下降的現象(表 2)，三種殺草劑對於產孢量所呈現的抑制現象持續到第 150 天之後(表 2)。

89 年 1 月 11 日第二次依推薦濃度噴灑殺草劑後，年年春殺草劑處理出現感染率逐漸下降的趨勢，且在第 42 天後感染率下降到最低 2%(對照組則為 56%) (表 3)。而龍無草也在第 71 天後出現降低的現象，巴拉刈則與第一次試驗一樣無顯著性差異。在孢子數的變化方面，第二次試驗中，施用殺草劑後第 7 天，三種殺草劑處理之菌根菌孢子數皆明顯比對照組少(表 4)，此現象可能因第一次施用殺草劑後，部分的紫花藿香薊已被殺死，使孢子總產孢量受影響，此影響直到第二次殺草劑施用 21 天時，第一次殺草劑之殘效才不顯著。第二次殺草劑施用第 71 天後，孢子數又明顯受殺草劑之影響而降低產孢量。在第二次施用殺草劑後，感染率與孢子數之間似乎呈現互為消長的現象，在施用殺草劑第 42 天後感染率下降到最低點，而孢子數則上升到最高點(表 3,表 4)。

討　論

在兩年的殺草劑試驗後，對於菌根菌族群的組成，尚未見到有任何的影響。但根據 Sieverding & Leihner (1984)所做的試驗發現在樹薯田內施用殺草劑樂滅草(oxadiazon)會選擇性地對繡球孢子屬(*Glomus* spp.)的族群產生抑制作用，取而代之的是增加大孢子屬(*Gigaspora* spp.)與厚囊實果屬(*Sclerocystis* spp.)的族群。菌根菌族群組成的改變可能與殺草劑的種類或其化學成份有關。

經前後兩次的試驗結果肯定年年春殺草劑對於紫花藿香薊的菌根菌感染率的確有負面影響的效果，但綜觀兩次施用殺草劑後感染率變化的趨勢略有不同，這可能與施用殺草劑時之天氣有關。

表 1. 第二年度紫花藿香薊第一次經不同殺草劑處理後菌根菌感染率之變化

Table 1. The changes of colonization rate of VAM fungi on *Ageratum houstonianum* after the 1st time herbicide application at the 2nd test year (1999)

Treatment[z]	Colonization rate (%) after herbicide application for different days[y]						
	pretreatment	7	14	21	28	90	150
CK	91 ab[x]	92 a	90 a	87 a	92 a	87 b	94 a
BMB	93 a	90 a	85 a	86 a	91 a	88 ab	94 a
DBD	90 ab	83 a	82 a	90 a	88 ab	88 ab	94 a
IPG	88 b	25 b	7 b	19 b	55 b	90 a	94 a
$LSD_{0.05}$	3	18	12	7	34	2	4

[z] CK：Control； BMB：Bensulfuron-methyl benzoate(龍無草)；DBD：1,1-Dimethyl- 4,4-bipyridylium dichloride(巴拉刈)；IPG：Isopropylamine salt of N-phosphonomethyl glycine(年年春).

[y] The date of herbicide application was Aug. 2 of 1999.

[x] Means in each column followed by the same letter are not significantly different according to $LSD_{0.05}$.

表 2. 第二年度紫花藿香薊第一次經不同殺草劑處理後菌根菌孢子數之變化

Table 2. The changes of spore population in the rhizosphere of *Ageratum houstonianum* after the 1st time herbicide application at the 2nd test year (1999)

Treatment[z]	Spore number (no./50g) after herbicide application for different days[y]						
	pretreatment	7	14	21	28	90	150
CK	288 a[x]	269 a	242 a	439 a	575 a	467 a	526 a
BMB	129 a	149 a	163 a	294 b	339 b	235 b	337 b
DBD	259 a	225 a	228 a	261 b	325 b	321 ab	249 b
IPG	276 a	174 a	225 a	264 b	228 b	214 a	227 b
$LSD_{0.05}$	179	126	186	100	196	227	128

[z,y,x] Same legend as Table 1.

在本試驗中殺草劑巴拉刈處理對紫花藿香薊的菌根菌感染率無明顯影響，但對於紫花藿香薊的孢子產孢量則有顯著影響。由於孢子本身是一種具有厚壁的繁殖體，可以在土壤中存活一段相當長的時間，因此在第一年分析殺草劑對於產孢量的影響時，很難在統計上獲致顯著的差異(吳等 2000)，但經由第二年的持續觀察，發現殺草劑對於菌根菌孢子的形成，在施用後某段時間會出現顯著的抑制作用。此結果似乎與 Smith 等人(1981)的發現不同，Smith 等人(1981)將巴拉刈(paraquat)依推薦量及其 15 倍用量施用於小麥田後該殺草劑並不會造成小麥根圈菌根菌孢子的產量減少。

在本試驗的第二次施用殺草劑後，感染率與孢子數之間似乎呈現互爲消長的現象，在施用殺草劑第 42 天後感染率下降到最低點，而孢子數則上升到最高點(表 3,表 4)。在過去的研究中有關菌根菌感染率與產孢量之間的關係似乎並沒有一個定論 (Anderson & Liberta 1992；Giovannetti, *et al.*1988；Khalil & Loynachan 1994)。有些作者認爲根感染率與孢子的產量呈正相關(Daft & Nicolson 1972；Hayman 1970)；另有些人則認爲沒有任何的關連(Daniels Hetrick & Bloom 1986)。Anderson & Liberta (1992) 在田間進行的兩年試驗中，發現小藍莖草(*Schizachyrium scoparium*【Michx.】Nash)在添加無機肥的處理下會抑制孢子的產生，但卻可提高菌根菌的感染率。

誌 謝

本報告係行政院國家科學委員會專題研究計畫 (NSC 89-2621-B-055-002-A12) 成果之一部份，感謝國科會多年在叢枝內生菌根菌生態學研究上之支持；此外，本研究之得以順利完成，應感謝農化組土壤微生物研究室內所有同仁的協助。

表 3. 第二年度紫花藿香薊第二次經不同殺草劑處理後菌根菌感染率之變化

Table 3. The changes of colonization rate of VAM fungi on *Ageratum houstonianum* after the 2nd time herbicide application at the 2nd test year (2000)

Treatment[z]	Colorization rate (%) after herbicide application for different days[y]						
	7	14	21	28	42	71	86
CK	82 a[x]	71 a	69 a	58 a	56 a	81 a	78 ab
BMB	84 a	53 a	59 a	55 a	51 a	66 b	70 b
DBD	87 a	56 a	59 a	64 a	60 a	78 ab	79 a
IPG	83 a	44 a	40 a	29 b	2 b	82 a	72 ab
$LSD_{0.05}$	10	39	36	23	11	14	8

[z] Same legend as Table 1.

[y] The date of herbicide application was Jan. 11, 2000.

[x] Same legend as Table 1.

表 4. 第二年度紫花藿香薊第二次經不同殺草劑處理後菌根菌孢子數之變化

Table 4. The changes of spore population in the rhizosphere of *Ageratum houstonianum* after the 2nd time herbicide application at the 2nd test year (2000)

Treatment[z]	Spore number (no./50g) after herbicide application for different days[y]						
	7	14	21	28	42	71	86
CK	364 a[x]	536 a	371 a	520 a	766 a	463 a	584 a
BMB	197 b	326 ab	305 a	377 a	808 a	214 b	345 ab
DBD	180 b	240 b	274 a	262 a	532 a	224 b	314 b
IPG	174 b	179 b	187 a	339 a	389 a	260 b	287 b
$LSD_{0.05}$	130	260	292	306	625	172	263

[z,y,x] Same legend as Table 3.

引用文獻

吳繼光、林素禎合編。1998。囊叢枝內生菌根菌應用手冊。臺灣省農業試驗所印行。

吳繼光、林淑媛、林素禎。2000。殺草劑因子對叢枝內生菌根菌族群變動之影響。中華農業研究 49(1):42-49。

吳繼光、劉燕雪、簡宣裕、譚增偉。1995。不同輪作制度田微生物相之調查研究 I.囊叢枝內生菌根菌與溶磷菌之變動。中華農業研究 44(2):114-125。

Anderson, R. C. and A. E. Liberta. 1992. Influence of supplemental inorganic nutrients on growth, survivorship, and mycorrhizal relationships of *Schizachyrium scoparium* (Poaceae) grown in fumigated and unfumigated soil. Am. J. Bot. 79:406-414.

Bevege, D. I. 1968. A rapid technique for clearing tannins and staining intact roots for detection of mycorrhizas caused by *Endogone* spp. and some records of infection in Australian plants. Trans. Brit. mycol. Soc. 51:808-810.

Cudlin, P. and V. Mejstrik, and J. Skoupy. 1983. Effect of pesticides on ectomycorrhizae of *Pinus sylvestris* seedlings. Plant Soil 71:353-361.

Daft, M. J. and T. H. Nicolson. 1972. Effect of *Endogone* mycorrhiza on plant growth. IV. Qualitative relationships between the growth of the host and the development of the endophyte in tomato and maize. New Phytol.71:287-295.

Daniels Hetrick, B. A. and J. Bloom. 1986. The influence of host plant on production and colonization ability of vesicular-arbuscular mycorrhizal spores. Mycologia 78:32-36.

Giovannetti, M. and B. Mosse. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytol. 84:489-500.

Giovannetti, M., A. Schubert, M. C. Cravero, and L. Salutini. 1988. Spore production by the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus monosporum* as related to host species, root colonization and plant growth enhancement. Biol. Fertil. Soils 6:120-124.

Hayman, D. S. 1970. *Endogone* spore numbers in soil and vesicular-arbuscular mycorrhiza in wheat as influenced by season and soil treatment. Trans. Br. Mycol. Soc. 54:53-63.

Johnson, N. C. and F. L. Pfleger. 1992. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and cultural stresses. p. 71-99. In: G. J. Bethlenfalvay and R. G. Linderman (Ed.), Mycorrhizae in Sustainable Agriculture. Am. Soc. Agron. Spec. Publ. 54. Madison, WI.

Khalil, S. and T. E. Loynachan. 1994. Soil drainage and distribution on VAM fungi in two toposequences. Soil Biology & Fertility 26:923-934.

Nemec, S. and D. Tucker. 1983. Effects of herbicides on endomycorrhizal fungi in Florida citrus (*Citrus* spp.) soils. Weed Sci. 31:427-431.

Phillips, J. M. and Hayman, D. S. 1970. Improved procedure for clearing roots and staining parasitic vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Br. Mycol. Soc. 55:158.

Sieverding, E. and D. E. Leihner. 1984. Effect of herbicides on population dynamics of VA-mycorrhiza with cassava. Angew. Bot. 58:283-294.

Smith, T. F., A. J. Noack, and S. M. Cosh. 1981. The effect of some herbicides on vesicular-arbuscular endophyte abundance in the soil and on infection of host roots. Pestic. Sci. 12:91-97.

Trappe, J. M., R. Molina, and M. Castellano. 1984. Reactions of mycorrhizal fungi and mycorrhizal formation to pesticides. Annu. Rev. Phytopathol. 22:331-359.

Herbicide, a Stress Factor on the Population Fluctuation of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi [1]

Su-Chen Lin[2], Su-Yuang Lin[2] and Chi-Guang Wu[3,4]

Summary

Lin, S. C., S. Y. Lin and C. G. Wu. 2003. Herbicide, a stress factor on the population fluctuation of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. J. Agric. Res. China 52:93-98.

In this study, three different herbicides, *i.e.*, Isopropylamine salt of N-phospho-nomethyl glycine, 1,1-Dimethyl- 4,4-bipyridylium dichloride, and Bensulfuron- methyl benzoate, were evaluated for their influence on VA mycorrhizal fungi in terms of colonization and spore production of *Ageratum houstonianum*, dominant weed in the experiment field. In the first year survey, herbicide (isopropylamine salt of N-phosphonomethyl glycine) was significantly unhelpful to the colonization of *Ageratum houstonianum* after 14 days in use. In the second year survey, this herbicide was confirmed to be one of the factors harmful to the colonization of VA mycorrhizal fungi on *Ageratum houstonianum*. Although inhibition effect was not Significant in the first year study, the spore population was reduced extensively after the second year treatment of herbicides. The three herbicides tested in the experiment did not place any pressure on the composition change of VA fungal flora.

Keywords： Herbicide, VA Mycorrhiza, Colonization, Spore.

---

1. Contribution No.2151 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted : April 18, 2003.
2. Respectively, Assistant Researcher, Research Assistant, Agricultural Chemistry Division, TARI., Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Former Associate Researcher, Department of Agricultural Chemistry, TARI. Present Director, Taiwan Salt Biotech. 2nd Factory, Tainan, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, e-mail：wucg@tsi.tsicorp.com.tw ; Fax：(06)3840396.

中華農業研究(J. Agric. Res. China) 52:99~106 (2003)

影響紫丁香蘑出菇因子之研究[1]

陳美杏[2,4] 彭金騰[2] 陳錦桐[2] 簡宣裕[3]

摘　要

陳美杏、彭金騰、陳錦桐、簡宣裕。2003。影響紫丁香蘑出菇因子之研究。中華農業研究 52:99-106。

評估室內發酵堆肥中雞糞之含量對紫丁香蘑出菇之影響，發現 LA82 和 LA84 兩品系栽培在含有風乾稻草重 20%雞糞之室內發酵堆肥之產量較在含有 40%雞糞者爲高，然而兩品系從覆土至出菇採收所需時間並未受到雞糞含量之影響。比較經高溫和不經高溫兩種發酵方式之堆肥對紫丁香蘑兩品系出菇之影響，結果兩者在產量及出菇採收所需時間並未因不同發酵方式而有差異。在走菌天數方面，兩品系之產量均隨著走菌天數的增加而下降，各處理間之產量並無很大的差異。從覆土至出菇所需天數，在 LA84 品系隨著走菌時間而增加，LA82 品系則以菌絲培養二十八天出菇最快，只要三十六天，因此建議 LA82 品系以走菌二十八天爲佳，LA84 品系則二十一天即可。在覆土厚度方面，兩品系均以不覆土處理者產量最低，LA82 品系以覆土一公分處理著產量最高，但和覆土二公分及三公分處理者並無顯著性差異，LA84 品系則以覆土一公分最佳，隨著覆土厚度的增加，產量也隨著下降。就出菇天數而言，兩品系亦以不覆土處理者所需時間最久，LA82 品系其他處理則無顯著性差異，平均爲三十七至三十九天，而 LA84 品系則隨著覆土的厚度增加，所需時間以也隨著增加，但覆土一公分和二公分處理者並未達顯著性差異。

關鍵詞：紫丁香蘑、堆肥、出菇因子。

前　言

紫丁香蘑(*Lepista nuda*)爲可食性腐生眞菌，主要分佈在歐洲、北美和亞洲等地區(Klán 1981；Wright & Hayes 1978)，在英國稱爲 Wood Blewit。子實體初期呈亮紫色或丁香紫色，後期顏色變淡(張&卯 1995)，傘肉厚，脆嫩可口，並有濃郁的香氣，在歐洲地區每年產量可達 250-300tons (Savoie *et al* 1999)。香氣的成分主要以菇醇(1-octen-3-ol)爲主，其中菌褶的含量最多，菌柄和菌傘則較少(Guinberteau *et al* 1995；Noël-Suberville *et al* 1996)。除食用價値外，它對小白鼠肉瘤及艾氏癌亦達到 90%以上的抑制率(張&卯 1995)，具有開發成爲防癌、抗癌等保健食品的價値。本實驗室自法國獲得四個紫丁香蘑品系，

---

1. 行政院農委會農業試驗所報告第 2152 號。接受日期：92 年 4 月 21 日。
2. 本所植物病理組助理研究員、前研究員及助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 本所農業化學組副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
4. 通訊作者，電子郵件：cmhs@wufeng.tari.gov.tw；傳眞機：(04)23303816。

經試驗評估後，以 LNE2 和 LNG 兩品系作爲雜交親本，並進行一系列的雜交後代選拔，初步選育 LA82 和 LA84 兩個品系，無論在產量、菇體性狀和出菇時間上均較其他品系優良(陳氏等 2001)，因此本文主要目的是探討堆肥中不同雞糞含量、不同發酵過程、走菌時間及覆土厚度等栽培因子對此兩品系出菇之影響，期能找出最適合以上兩紫丁香蘑品系之栽培方式，供農民推廣種植。

材料與方法

供試菌系

本研究所用之紫丁香蘑品系爲 LA82 和 LA84，定期以洋菇堆肥培養基[堆肥抽出物 1ℓ(乾洋菇堆肥 25g、碎玉米 100g 及蒸餾水 1ℓ)、洋菜 20g]更新培養，並於液態氮桶中(-196℃)保存。

菌種的製備

小麥(向飼料行購得)先以清水洗淨置於冷水中，經煮沸 20mins 後，濾除水分，並添加 1 %之碳酸鈣(仟岱化工)，待冷卻後裝入四角瓶(6.3x3.5x15 cm)內且塞好棉塞，然後於高溫高壓蒸氣鍋(Channel，台灣製)殺菌 (121℃，1.2Kg /cm^2)1 小時，冷卻後將培養於堆肥培養基之紫丁香蘑菇菌絲塊接種至四角瓶中，於 24℃之定溫箱培養 30 天後，即爲麥粒菌種。

室內發酵堆肥之製作

2500kg 之風乾稻草(向本省草商南農公司購得)，切成一吋長，分別加水，假堆積使其軟化五天後，再添加雞糞 500kg、硫酸銨 40kg、過磷酸鈣 75kg、碳酸鈣 50kg、石膏 125kg、黃豆粉 25kg 及米糠 100kg，並以翻堆機充分混合後，移入隧道式發酵室，進行發酵。當堆肥溫度達到 75-80℃約二天，移出堆肥，添加 5%已發酵良好無雜菌污染之稻草堆肥，再經翻堆機充分混合均勻後，移入隧道式(770x270x400 cm)發酵室，繼續進行後發酵。溫度控制設定爲 55℃，經兩天後逐漸將溫度設定提高至 58-60℃，當堆肥溫度達 58℃以上時，進行 6hrs 之低溫殺菌，之後將堆肥溫度調降至 52℃維持一天，再調降至 48-50℃維持三天，最後調降至 45-48℃維持二天，若堆肥無氨氣產生，即可再降溫至 35℃，次日即可移出堆肥進行紫丁香蘑之下種。

不同雞糞含量對紫丁香蘑出菇之影響

將 5000kg 之風乾稻草分成兩堆，分別添加稻草乾重 20%及 40%之雞糞，其他材料配方同上述，混合均勻後，按上述之發酵過程進行室內發酵，發酵完成後分別裝框(58x39x18.5 cm)秤重 15kg，均勻混合 LA82 和 LA84 兩品系之麥粒菌種，每一品系每一處理各八重複，移入栽培室進行培養，溫度設定爲 24℃，相對溼度爲 90-95%，二氧化碳濃度爲 2500 ppm，菌絲培養四週後覆上泥碳土約 1cm，然後將溫度降至 13℃，二氧化碳濃度降至 500 ppm，相對濕度 90-93%，並適時補充表土水分，在菇體傘緣未反捲前採收，切腳並計重。調查兩品系出菇產量、生物效率及從覆土至出菇所需天數。同時取樣分析兩種堆肥之化學成分：以濕化法(Nelson 1982)測定全氮含量，樣品以濃硫酸及催化劑分解後(黃 1998)，用擴散法測定。全磷、鉀及微量元素，樣品以硝酸與過氯酸分解後(黃 1998)，用感應偶合電漿儀(ICP, 機型: JY50P ICP-AES, 法國 Jobin - Yvon 公司)測定。

不同發酵方式之堆肥對紫丁香蘑出菇的影響

堆肥配方同上述，而雞糞含量爲風乾稻草 20%，惟發酵方式分成兩種處理，一個爲稻草加水軟化五天後，均勻混合其他材料後在戶外堆積(400x80x120 cm)，第三天量堆肥中心溫度達 70℃以上，堆積四天。另一處理僅將稻草軟化五天後，均勻混合其他材料後和前一處理一起移入室內發酵槽進行後發酵，溫度控制設定爲 52℃，經兩天後逐漸將溫度設定提高至 58-60℃，當堆肥溫度達 58℃以上時，進行 6hrs 之低溫殺菌，之後將堆肥溫度調降至 52℃維持一天，再調降至 48-50℃維持三天，最後調降至 45-48℃維持二天，若堆肥無氨氣產生，即可再降溫至 35℃，次日即可移出堆肥進行紫丁香蘑之下種。待發酵完成後，分別將兩種堆肥裝框，每框秤取 15kg，均勻混合二個紫丁香蘑品系麥粒菌種，每一品

系每一處理各十重複，溫度設定為 24℃，其他栽培條件如上述，調查各處理之出菇產量、生物效率及從覆土至出菇所需天數。

不同走菌天數對紫丁香蘑出菇之影響

將雞糞含量 20%之稻草堆肥原料按上述之過程進行發酵，發酵完成後將堆肥裝框，分別混合 LA82 和 LA84 之麥粒菌種後移入栽培室培養，依不同走菌天數，分別為二十一天、二十八天和三十五天，移入另一栽培室，覆上 1cm 之泥碳土後，並將溫度降至 13℃，其他栽培條件如上述，每一品系每一處理各十重複，調查各處理之出菇產量、生物效率及從覆土至出菇所需天數。

不同覆土厚度對紫丁香蘑出菇之影響

將雞糞含量 20%之稻草堆肥原料按上述之過程進行發酵，發酵完成後將堆肥裝框，分別混合 LA82 和 LA84 之麥粒菌種，待菌絲培養二十八天後，分別覆上 1、2 和 3cm 之泥碳土，並以不覆土處理者作為對照，每一品系每一處理各十重複，其他栽培條件如上述，調查各處理之出菇產量、生物效率及從覆土至出菇所需天數。

結　果

不同雞糞含量之堆肥對紫丁香蘑出菇之影響

評估室內發酵堆肥中雞糞之含量對紫丁香蘑出菇之影響，結果顯示 LA82 和 LA84 兩品系以風乾稻草重 20%雞糞製作之堆肥栽培者均比以雞糞含量 40%栽培者為高，平均每框 15kg 堆肥分別生產 2037.88g 及 2365.63g，生物效率分別為 40.71%及 47.26%，然覆土至出菇採收所需時間在兩處理間並未達顯著性差異(表 1)。

不同發酵方式對紫丁香蘑出菇之影響

比較兩種不同發酵方式對紫丁香蘑出菇之影響，結果發現經高溫和不經高溫兩種發酵方式所製成之堆肥，在兩品系之產量和出菇所需天數上均未達顯著性差異(表 2)。

表 1. 不同堆肥雞糞含量對紫丁香蘑 LA82 品系和 LA84 品系出菇之影響

Table 1. Effect of chicken manure content in compost on the fruiting characteristics of the two *Lepista nuda* strains, LA82 and LA84[z]

Chicken manure in raw compost (w/w)(%)	Average yield (g/pot)		Biological efficiency (%)[y]		Days from casing to fruiting	
	LA82	LA84	LA82	LA84	LA82	LA84
20	2037.88a[x]	2365.63a	40.71a	47.26a	39.75a	43.00a
40	1533.75b	2291.25b	27.21a	40.65b	43.88a	44.50a

[z] Each pot contained 15Kg compost of which water contents were 66.63% and 62.42% for the two composts containing 20% and 40% chicken manure respectively before composting. There were 8 replicates for each strain.

[y] Biological efficiency=fresh mushroom weight/dry weight of compost*100%.

[x] Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by t test.

表 2. 不同發酵製程之堆肥對紫丁香蘑 LA82 和 LA84 兩品系出菇之影響

Table 2. Effect of two composting processes on the fruiting characteristics of the two *Lepista nuda* strains, LA82 and LA84[z]

Composting process[y]	Average yield (g/pot)		Biological efficiency (%)		Days from casing to fruiting	
	LA82	LA84	LA82	LA84	LA82	LA84
Ⅰ	2064.5a[x]	2662.7a	53.97a	69.61a	39.9a	37.6a
Ⅱ	2246.6a	2742.6a	52.49a	65.30a	43.5a	38.7a

[z] Each pot contained 15 Kg compost of which water content were 74.5% and 72.0% for composting process Ⅰ and Ⅱ, respectively. There were 10 replicates for each strain.

[y] Process Ⅰ was double phase higher temperature process and process Ⅱ was single phase medium temperature process.

[x] Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by t test.

不同走菌天數對紫丁香蘑出菇之影響

比較不同走菌時間對紫丁香蘑兩品系出菇之影響，兩品系之產量均隨著走菌天數的增加而下降(圖1)，各處理間之產量並無很大的差異。從覆土至出菇所需天數，在 LA84 品系隨著走菌時間而增加，LA82 品系則以菌絲培養二十八天出菇最快，只要三十六天。

不同覆土厚度對紫丁香蘑出菇之影響

比較不覆土及覆土厚度 1～3cm 對紫丁香蘑出菇之影響，兩品系均以不覆土處理者產量最低，LA82 品系以覆土 1cm 處理者產量最高，但和覆土 2cm 及 3cm 處理者並無顯著性差異，LA84 品系則以覆土 1cm 最佳，隨著覆土厚度的增加，產量也隨著下降(圖 2)。就出菇所需天數而言，兩品系亦以不覆土處理者所需時間最長，LA82 品系其他處理則無顯著性差異，平均爲三十七至三十九天，而 LA84 品系則隨著覆土的厚度而增加，但覆土 1cm 和 2cm 處理者，其間並未達顯著性差異。

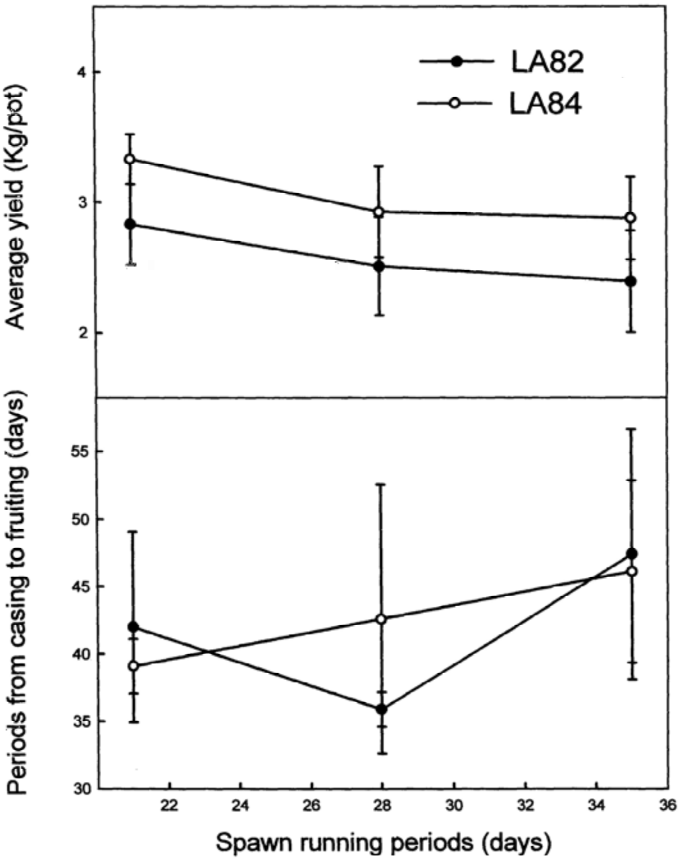

圖 1. 不同走菌天數對紫丁香蘑出菇之影響。

Fig. 1. Effect of spawn running time on the fruiting characteristics of the two *Lepista nuda* strains .

討　論

本研究發現雞糞含量、不同堆肥發酵方式、走菌時間及覆土厚度會影響紫丁香蘑之產量與品質。評估室內發酵堆肥中雞糞之含量對紫丁香蘑出菇之影響，結果顯示 LA82 品系和 LA84 品系以雞糞含量 20%(稻草乾重比)栽培者比以雞糞含量 40%栽培者爲高，然覆土至出菇採收所需時間並未達顯著性差異(表 1)，顯然堆肥中氮含量較高並不能顯著提高紫丁香蘑 LA82 和 LA84 兩品系之產量，此現象與洋菇適合以氮含量較高之堆肥栽培，且以雞糞含量 40%栽培者所獲得的產量顯著高於以雞糞含量 20%栽培者(未發表資料)截然不同。Stone & Laborde(1990)認爲礦物鹽類的平衡在堆肥中很重要，高含量的氮會相對含有高含量的礦物鹽類，影響到滲透壓，反而降低菇類產量。Gerrits (1978)則指出雞糞加越多，會使得銨離子的濃度及酸鹼值增加，銨離子的濃度超過 0.4%反而會降低洋菇之產量。經分析兩種雞糞含量之堆肥成分後發現，雞糞含量 20%之堆肥發酵完成後之含氮量爲 1.83%，碳氮比爲 21.30，雞糞含量 40%之堆肥則是含氮量 2.02%，碳氮比爲 16.05，兩者的酸鹼值分別爲 7.1 和 7.3，差異不大，40%雞糞之堆肥除了氮的含量較高外，磷、鉀、鈣、鐵、銅、鋅、鎂和錳等離子的濃度在 40%雞糞含量之堆肥中均比 20%者高(表 3)，和 Stone & Laborde(1990)等學者之研究結論相同。

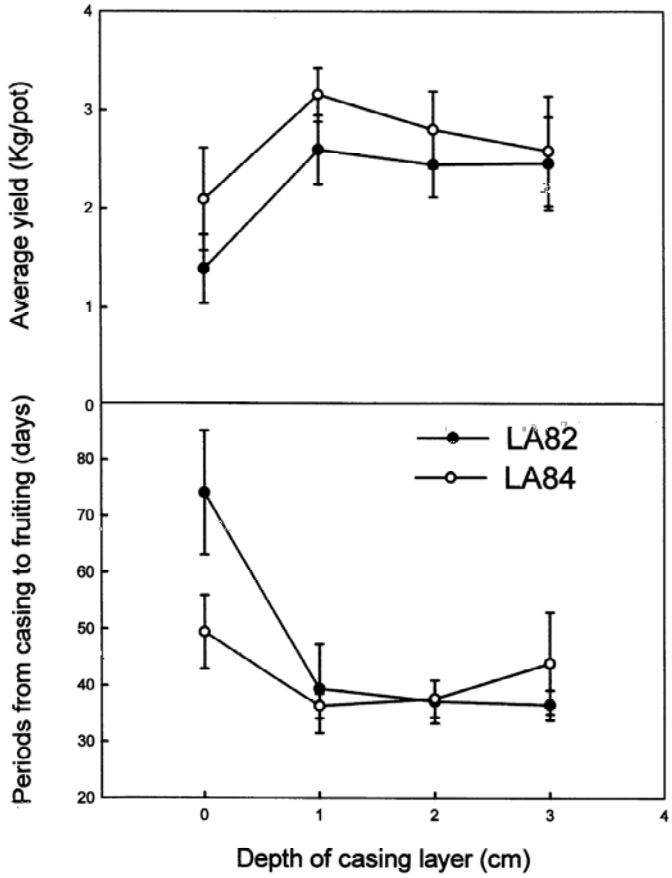

圖 2. 不同覆土厚度對紫丁香蘑出菇之影響。

Fig. 2. Effect of the depth of casing layer on the fruiting characteristics of the two *Lepista nuda* strains.

Sinden & Hauser (1950)發展了短期發酵方法，將發酵過程分成兩個連續的階段，第一階段稱爲高溫期，溫度在 70-80℃，第二階段稱爲後發酵，溫度在 45-58℃。Miller 等人 (1990)則認爲高溫會耗掉太多的能量反而降低產量，因此建議堆肥只需第二階段後發酵即可。Guinberteau & Olivier (1991)的實驗則顯示以半嫌氣式發酵之堆肥栽培紫丁香蘑所獲得的產量最高。我們比較了第一階段在室外堆積的方式和不經高溫直接進行後發酵兩種發酵方式之堆肥對紫丁香蘑產量之影響，結果在產量和出菇時間上，兩者並無顯著性差異(表 3)，顯示兩種方式發酵之堆肥均適合紫丁香蘑之栽培，惟未經高溫發酵之堆肥因爲溫度低無法有效殺死蟲卵，容易滋生蟲體，在環境衛生的管理上造成不便。

Guinberteau & Olivier (1991)指出走菌時間爲十五至二十天，出菇則在覆土後四十至五十天，週期間隔十至十五天。我們比較了不同的走菌時間對出菇時間之影響，兩品系之產量均隨著走菌天數的增加而下降(圖 1)，各處理間之產量並無很大的差異。從覆土至出菇所需天數，在 LA84 品系隨著走菌時間而增加， LA82 品系則以菌絲培養二十八天出菇最快，只要三十六天。走菌時間和菌株的生長速度和對基質的利用有關，走菌時間太長會耗掉栽培基質內過多的養分，反而使產量降低。比較產量和出菇天數之差異，建議 LA82 品系走菌時間爲二十八天較爲適合，LA84 品系則以二十一天最好。

Oei (1996)認爲覆土的功能主要爲提供菌絲和菇體生長所需的水分、避免堆肥層過於乾燥、提供一個適合刺激菇體形成和發育的環境及作爲出菇室和培養基質間的氣候緩衝地帶。洋菇覆土的厚度依其覆土材料的性質而定，一般土壤爲 2.5～3cm，泥碳土爲 5～6cm(彭 1995)。Noble & Gaze (1995)指出洋菇覆上泥碳土的厚度以 4.5～5.5cm 最佳。Vaandragger & Visscher (1981)指出覆土的功用是使栽培介質維持在濕潤的狀態，因此建議紫丁香蘑之覆土爲 4cm。筆者進行覆土厚度試驗，發現不覆土也可以出菇，菌絲會在表面形成一層保護膜，惟出菇的時間較覆土處理者要晚 13.1～37.6 days，且產量也較差，LA84 品系以覆土 1cm 和 2cm 出菇最快，LA82 品系則是覆土 1-3cm 無顯著性差異(圖 2)。若比照洋菇覆土 5cm，則不易出菇，這可能和出菇時需要照光有關 (Guinberteau & Olivier 1991)，覆土太厚則光線不易照射至菌絲層而刺激出菇，另一個可能的原因則是小菇體無法突破覆土材質之機械力以致無法出菇。

以上結果顯示，LA82 和 LA84 兩品系適合以雞糞含量 20%之室內發酵堆肥栽培，堆肥經高溫和不經高溫發酵皆可，走菌時間分別爲二十八及二十一天，覆土 1-2cm。

表 3. 雞糞含量 20%和 40%之室內發酵堆肥成分分析比較

Table 3. Comparisons of the chemical ingredients in the two composts prepared by indoor composting from the raw compost materials containing 20% and 40% of chicken manure, respectively[z]

	Compost containing chicken manure (%)	
Chemical ingredient	20	40
N (%)	1.830	2.015
P (%)	0.980	1.129
K (%)	1.600	2.080
Organic matter(%)	67.200	55.630
Ca (ppm)	60210	75750
Mg (ppm)	4880	5160
Fe (ppm)	2685	4967
Mn (ppm)	742	806
Cu (ppm)	19.800	34.000
Zn (ppm)	144.600	235.900
C/N	21.300	16.050
pH	7.100	7.300

[z] Two composts prepared by indoor composting and double phase high temperature process.

引用文獻

陳美杏、彭金騰、陳錦桐。2001。紫丁香蘑品種改良之研究。中華農業研究 50(1)：12-21。

張樹庭、卯曉蘭。1995。香港蕈菌。中文大學出版社。香港。470 頁。

黃維廷。 1998 。 荔枝園營養診斷與肥培管理之研究。土壤環境科學研究所碩士論文 。國立中興大學，臺中市，臺灣省。68 頁。

彭金騰。1995。洋菇。485-490 頁。台灣農家要覽 農作篇(二)。豐年社。台北。698 頁。

Gerrits, I. P. G. 1978. Influence of pH and ammonia in mushroom compost. Mushroom Sci. 10:15-29.

Guinberteau, J., and J. M. Olivier. 1991. Improvement of Lepista species cultivation, technical factors and selection of strains. Mushroom Sci. 13(2):615-621.

Guinberteau, J., J. M. Olivier, C. Suberville, C. Cruz, and M. Montury. 1995. A new hybrid of Blewit (*Lepista nuda*)：cultural investigations and flavour analysis. Mushroom Sci. 14(1)：45-51.

Klán, J. 1981. Mushrooms and Fungi. p55. Hamlyn Publications, London, New York, Sydney, Toronto. 224 pp.

Miller, F. C., E. R. Harper, B. J. Macauley and A. Gulliver. 1990. Composting based on moderately thermophilic and aerobic conditions for the production of commercial mushroom growing compost. Aust. J. Exp. Agric. 30:287-296.

Nelson, D.W., and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.570-571. *in*: Methods of Soil Analysis Part 2, 2nd edition (Page A. L., ed.) American Society of Agronomy, Madison, USA.

Noble, R., and R. H. Gaze. 1995. Properties of casing peat types and additives and their influence on mushroom and quality. Mushroom Sci.14(1):305-312.

Noël-Suberville, C., C. Cruz, J. Guinberteau, and M. Montury. 1996. Correlation between fatty acid content and aromatic compound release in fresh blewit(*Lepista nuda*). J. Agric. Food Chem. 44:1180-1183.

Oei, P. 1996. Mushroom Cultivation. Tool Publications, Leiden, The Netherlands. 274 pp.

Savoie, J. M., K. Stott, and J. Guinberteau. 1999. Extracellular enzymes produced by the mushroom *Lepista nuda* during cultivation in compost. p.245-253. *in*: Proceedings of 3rd International Coference on Mushroom Biology and Mushroom Products and AMGA's 26th National Mushroom Industry Conference. (Broderick, A. and T. Nair , eds.) University of Western Syndey, Hawkesbury.

Sinden, J. W., and E. Hauser. 1950. The short method of composting. Mushroom Sci.1:52-59.

Stone, B., and J. Laborde. 1990. Mushroom nutrition and chemical aspects of composting. p.26-45. *in*: Proceedings of AMGA/ISMS International Workshop-Seminar on *Agricus* Compost. (Nair T, ed.) University of Western Syndey, Hawkesbury.

Vaandrager, M. and H. R. Visscher. 1981. Experiments on the cultivation of *Lepista nuda*, the wood blewit. Mushroom Sci. 11(1):749-760.

Wright, S. H. and W. A. Hayes. 1978. Nutrition and fruitbody formation of *Lepista nuda* (Bull.:Fr.) Cook. Mushroom Sci. 10(1): 873-884.

Effects of Some Factors on the Fruiting Characteristics of *Lepista nuda* (Bull.:Fr.) Cooke [1]

Meei-Hsing Chen[2,4], Jin-Tong Peng[2], Jene-Tung Chen[2] and Shiuan-Yuh Chien[3]

Summary

Chen, M. H., J. T., Peng, J. T., Chen, and S. Y. Chien, 2003. Effects of some factors on the fruiting characteristics of *Lepista nuda* (Bull.:Fr.) Cooke. J. Agric. Res. China 52:99-106.

Effects of chicken manure content, composting process, spawn running time and depth of casing on the fruiting characteristics of the wood blewit, *Lepista nuda*, were investigated in this study. The mushroom was grown on the compost prepared by indoor composting and two strains LA82 and LA84 were used throughout the experiment. For both the two strains, the compost containing 20% of chicken manure(on dry basis) before composting was found to be significantly more productive and had a higher biological efficiency than the one containing 40% of the same manure, however the time for fruiting between the two composts was not significantly different for both the two strains. The average yield, biological efficiency and days from casing to fruiting were not significantly different for each of the two strains grown on the compost prepared by indoor composting with either double phase high temperature process or single phase medium high temperature process. Days from casing to fruiting for the strain LA84 were increased with spawn running time. It took the least time for the strain LA82 when the spawn running time was 28 days, while the strain LA84 when the spawn running time was 21 days. As to the depth of casing, both the two strains gave the lowest yield and took the longest time for fruiting when the compost was not cased, however , they took the least time for fruiting when the compost cased 1 cm depth with brown peat. The suggested optimum casing depth was 1-2 cm for both the two strains.

Key words: *Lepista nuda*, Compost, Fruiting.

---

1. Contribution No.2152 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted : April 21, 2003.
2. Respectively, Assistant researcher, Former senior plant pathologist, and Assistant researcher, Plant Pathology Division, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, R.O.C.
3. Associate Researcher, Division of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, R.O.C.
4. Corresponding author, e-mail: cmhs@Wufeng.tari.gov.tw ; Fax:(04) 23338162.

中華農業研究(J. Agric. Res. China) 52:107~118 (2003)

利用葉綠素測計估測莧菜植體葉綠素及氮素狀態 [1]

楊純明 [2,7]　沈百奎 [3]　余志儒 [4]　羅朝村 [5]　吳正宗 [6]

摘　要

楊純明、沈百奎、余志儒、羅朝村、吳正宗。2003。利用葉綠素測計估測莧菜植體葉綠素及氮素狀態。中華農業研究 52:107-118。

本研究於臺中縣霧峰鄉行政院農業委員會農業試驗所農場進行田間試驗，以葉綠素測計量測 2001-2002 年＝不同作季莧菜植株葉片之測計讀值，同時取樣化學分析葉片葉綠素總量及地上部植體全氮含量，以探討利用葉綠素測計估測莧菜植體葉綠素及氮素狀態之可行性。試驗資料顯示，葉綠素測計讀值與莧菜植株葉片之葉綠素總量間呈現直線正相關(R^2=0.637，P<0.0001)，而且地上部植體之全氮含量與葉片葉綠素總量之間亦爲直線正相關(R^2=0.544，P<0.0001)。進一步進行葉綠素測計讀值與地上部植體全氮含量之迴歸分析，結果顯示兩者之間關係仍然十分密切，達到顯著相關(R^2=0.581，P<0.0001)。將另一季於 2002 年 10 月 4 日採收之莧菜植株葉綠素測計讀值輸入上述迴歸模式中，所得估測值經與本季化學分析之葉片葉綠素總量及地上部植體全氮含量實測值比較，發現各別相關係數均達極顯著(P<0.01)。綜合本研究結果，顯示葉綠素測計可利用於估測莧菜植體葉綠素及氮素狀態，具有應用於莧菜氮肥管理之潛力。

關鍵詞：葉綠素測計、迴歸模式、莧菜、葉綠素、氮素。

前　言

莧菜(*Amaranthus mangostanus* L.或稱 *A. tricolor* L.)，地方上俗稱茵菜、荇菜或莕菜不等，係莧屬一年生 C_4 型植物，爲國內重要食用蔬菜之一，亦爲主要夏季蔬菜之一。現行莧菜栽培方法有露地及設施栽培二大類(柯等 1993)，而共通點皆爲氮肥施用過多之嫌，其實氮肥的施用應該配合氣溫、光照、土壤水分含量及土壤性質等環境條件作整體考量方爲適宜。適量的氮肥可使蔬菜植株生長快速，過量的氮肥則將造成植體硝酸鹽大量累積(吳&王 1995；蔡等 1995；Cantliffe 1972b; Marschner 1995; Maynard *et*

1. 行政院農委會農業試驗所研究報告第 2153 號。接受日期：92 年 4 月 24 日。
2. 本所農藝組研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 本所園藝組助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
4. 本所應動組助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
5. 本所植病組研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
6. 國立中興大學土壤環境科學系講師。臺灣省　臺中市。
7. 通訊作者，電子郵件：cmyang@wufeng.tari.gov.tw；傳眞機：(04)23396057。

al. 1976; Sui *et al.* 1983)，而過量硝酸鹽因對人體健康有負面作用之虞而降低蔬菜品質。尤其相對銨態氮(NH_4^+—N)肥料較為耗能的硝酸態氮(NO_3^-—N)肥料(Williams & Haynes，1995)，在低溫或光照不足等環境下，將由於同化能力降低而易於累積有效氮源在植體中，使得可食用植體部位(如莖、葉)之硝酸鹽累積(吳&王 1995；蔡等 1989；Cantliffe 1972a, 1972b, 1972c; Martignon *et al.* 1994)。

據悉這些硝酸鹽進入人體後，在還原成亞硝酸過程中可經由大腸菌(coliform bacteria)作用，將胺(amine)或醯胺(amide)及硝酸結合產生亞硝胺(nitrosamine)或亞硝醯胺(nitrosamide)，此類化合物醫學上被視為可能致癌物質之一(Addiscott *et al.* 1991；Forman *et al*. 1985；OECD 1986)。又亞硝酸離子在血液中會與載氧的紅血球結合，使氧基血紅素中二價鐵氧化成三價鐵，將血紅素轉化成變性血紅素(methemoglobin)而降低紅血球運輸氧分子的能力(Boldget&Clark 1986)，可能造成呼吸困難之變性血色蛋白血症(methaemoglobinaemia)。據報導每人每週硝酸鹽的攝取量以不超過 10 公克為宜(詹 1996)，即每天攝取量不宜超出 1.4 公克，因此濃度過高在人體將有不利影響。基於此一顧慮，近年來蔬菜中的硝酸鹽累積量遂成為民眾關心的議題，先進國家皆陸續規範蔬菜硝酸根離子濃度以保護消費者。而欲控制蔬菜植體內硝酸鹽含量，首先即要維持植體內適當氮素含量，避免刺激或促進硝酸鹽生成，此亦彰顯合理氮肥施用在蔬菜栽培管理中的重要性。

然而氮素又為植體葉綠素主要組成分，葉綠體則為植體行光合作用的工廠。維持植體內適當的氮素含量以產生足夠的葉綠素，對蔬菜類植物而言是必需的，如此植株才會旺盛的生長。顯然栽培蔬菜須有雙方面考量，一方面需要讓植株從土壤中吸收氮素以形成葉綠素，另一方面又不宜讓其吸收過量氮素以免硝酸鹽大量累積。所以更明確地說，在蔬菜的栽培管理上，如何在不限制植株生長前題下，施用適量的氮肥來控制植體內硝酸鹽含量，是現階段應當力求改進的重要課題。

作物植體氮素與葉綠素含量一般均以化學分析方法測定其含量。雖然準確性高，惟具有耗時費力及時效欠佳的缺點。近年來遙測技術蓬勃發展，已發展出攜帶式葉綠素測計來量測植體葉綠素含量(楊 2003; Blackmer *et al.* 1996；Peng *et al*. 1995, 1996；Piekielek & Fox 1992；Piekielek *et al*. 1995；Schepers *et al.* 1992)。又如前述氮素係葉綠素分子之關鍵元素，因此葉綠素含量的高低即反映氮素含量的多寡，高氮素含量顯示高葉綠素生成，可預見兩者在綠色植物中的相關性甚高(李等 2002)。事實上許多文獻報告均指出，作物植體之氮素和葉綠素具有高度相關(李等 2002；Piekielek & Fox 1992；Schepers *et al.* 1992；Piekielek *et al.* 1995；Blackmer *et al.* 1996)，故邏輯上可利用葉綠素測計透過葉綠素與氮素之關係，達到間接而合理的估測植體氮素狀態的目的。惟在實用之前，勢必要建立葉綠素測計讀值與葉綠素含量之檢量線，同時檢視葉綠素及氮素之相關，如此才能據以評估葉綠素測計讀值與氮素含量之關係。

本研究採用行政院農委會農業試驗所近年育成之莧菜品種臺農一號，其歸屬於青莧(或稱白莧)，生長勢強而含硝酸態氮低。試驗將分別探討葉綠素測計讀值與葉綠素含量及葉綠素與氮素之相關，再據以建立葉綠素測計讀值與氮素含量之迴歸模式。而為驗證各項相關模式之適用性，將以其他試驗之結果測試與檢驗，綜合評估利用葉綠素測計估測莧菜植體葉綠素及氮素狀態之可行性，提供未來應用簡易測計於莧菜栽培之氮肥管理用途。

材料及方法

試驗田區整地與莧菜栽培管理

本研究於 2001-2002 年間進行三次田間試驗，試區設於臺中縣霧峰鄉行政院農委會農業試驗所農場，用以建立評估葉綠素及氮素狀態之各個迴歸模式。第一次田間試驗於 2001 年 3 月 8 日實施整地作畦及土壤取樣分析組成分(表 1)，3 月 11 日施用基肥(表 2)混合表土層後灌水至畦面齊。3 月 13 日播種，播種後 2 週內每日灑水一次潤濕土面，續以間隔 2 日畦溝淺灌方式維持土壤於田間容水量範圍，直至採收前一日止。播後 10 日人工除草一次，4 月 10 日採收及性狀調查與化學分析。第二次田間試驗於

表 1. 田間試驗莧菜(*Amaranthus mangostanus* L. cv. TNG 1)播種前取樣之土壤分析結果

Table 1. Results of soil analysis from samples taken at the experimental plots before planting of *Amaranthus mangostanus* L., cultivar TNG 1

Date & Treatment ($N-P_2O_5-K_2O$)	pH	E.C. ($\mu S\ cm^{-1}$)	O.M. (%)	NH_4^+-N ($mg\ kg^{-1}$)	NO_3-N ($mg\ kg^{-1}$)
03/08/2001					
0-60-60	5.17	70.91	1.27	7.50	5.40
30-60-60	5.24	71.31	1.28	8.90	8.90
60-60-60	5.17	70.25	1.18	8.10	5.90
120-60-60	5.23	62.29	1.14	7.90	6.60
09/14/2001					
0-60-60	5.35	29.58	1.16	5.58	7.89
60-60-60	5.36	34.25	1.20	3.90	8.34
120-60-60	5.37	30.00	1.17	3.00	11.35
180-60-60	5.36	33.31	1.16	3.06	9.73
240-60-60	5.31	32.36	1.19	4.05	10.57
03/05/2002					
0-60-60	6.34	61.57	2.24	2.95	10.69
60-60-60	6.33	61.22	2.08	2.54	10.39
120-60-60	6.23	57.40	2.06	2.69	9.98
180-60-60	6.30	58.32	2.11	2.69	8.81
240-60-60	6.33	53.80	2.00	1.89	8.70
360-60-60	6.32	55.67	2.33	2.76	7.83
08/28/2002					
0-60-60	6.59	117.70	2.07	1.05	50.01
60-60-60	6.48	101.90	2.21	0.68	32.62
120-60-60	6.35	138.00	2.03	1.59	79.39
180-60-60	6.54	104.10	2.16	1.93	49.26
240-60-60	6.54	106.80	2.04	0.77	49.62
360-60-60	6.43	136.10	2.09	0.81	64.63

表 2. 田間試驗之氮肥處理及施肥方法(肥料: 硝酸銨-過磷酸鈣-氯化鉀)

Table 2. Nitrogen fertilizer treatments and methods of fertilizer applications (Ammonium nitrate-Ordinary superphosphate-Potassium chloride)

Treatment ($N-P_2O_5-K_2O$)	Experiment	Basal dose (g $subplot^{-1}$)	Top-dressing dose (g $subplot^{-1}$)
0-60-30	1	0-250-37.5	0-0-0
30-60-30	1	67-250-37.5	0-0-0
60-60-30	1	134-250-37.5	0-0-0
120-60-30	1	269-250-37.5	0-0-0
0-60-60	2,3,4	0-250-37.5	0-0-37.5
60-60-60	2,3,4	67-250-37.5	67-0-37.5
120-60-60	2,3,4	134-250-37.5	134-0-37.5
180-60-60	2,3,4	201-250-37.5	201-0-37.5
240-60-60	2,3,4	269-250-37.5	268-0-37.5
360-60-60	3,4	402-250-37.5	402-0-37.5

播種前1個月翻土整地後，以透明PE塑膠布覆蓋試驗田區，並於田區四周架設32目紗網(高1.5m)圍籬環繞。第二次試驗於2001年9月14日實施整地作畦，經取樣土壤分析(表1)及施用基肥(表2)後隨即全區漑溉，淹水至畦面。9月17日播種，播後連續14日每日灑水一次潤濕土面，續以間隔2日畦溝淺灌直至採收前一日止。播種後2週人工除草一次並施用追肥(表2)，10月23日採收及性狀調查與化學分析。

第三次試驗田區屬於強酸性土壤(pH 4.9)，播種前1個月施用矽酸爐渣($CaSiO_3$)中和土壤酸鹼值，用量30,000 kg ha^{-1}，以迴轉犁整地混合表土層。播種前1週土壤取樣分析組成分(表1)，再施用牛糞有機肥(表3)增加土壤肥力，用量5,000 kg ha^{-1}，以迴轉犁整地混合表土層後，即進行整地作畦及基肥施用(表2)。播種前3天灌水於試驗田區至淹沒畦面爲止。2002年3月12日進行播種，播種後2週內每日灑水一次潤濕土面，再以間隔2日畦溝淺灌維持於田間容水量範圍，直至採收前一日止。播種後15日，實施人工除草一次及施用追肥，4月10日採收及性狀調查與化學分析。

在病蟲害防治上，播種後7日以35%滅達樂可濕性粉劑(metalaxyl, methy-D,L-N- (2,6-dimethylphenyl)-N-(2'-methoxyacetyl)-alanine methyl ester))噴灑一次，劑量7.50 kg a. i. ha^{-1}，稀釋倍數1000X。播種後約2週，噴施90%納乃得可濕性粉劑(methomyl, S-Methyl-N-[(methylcarbamoyl)-oxy] thioacetimidate)，施用量0.5 kg a.i. ha^{-1}，稀釋倍數3000X。田區設計採用逢機完全區集設計(RCBD)，三重復，氮肥施用量計有0、30、60、120、180、240及360 kg ha^{-1}等七種不同等級，各次試驗之處理等級及施肥方法不一(表2)。每一氮肥處理小區面積1.5 m ×5.0 m(7.5 m^2)，畦溝寬0.3 m。播種時稱取莧菜種子10 kg ha^{-1}(6 g $subplot^{-1}$)，經與乾燥碎土充分混合後，均勻撒佈於土面。

爲了實施迴歸模式驗證，本研究另進行第四次田間試驗。播種前1個月，以透明PE塑膠布覆蓋試驗田區，又於田區四周架設32目紗網(高1.5 m)圍籬環繞。播種前4日整地作畦及採取土樣分析(表1)，播種前2日施用基肥(表2)，播種前1日灌水至淹沒畦面。2002年9月2日播種，播後12日內均每日灑水一次保持土面濕潤。播種後14日實施人工除草一次，惟不施農藥，隨即施用追肥，並灑水土面。隔日起採每2日畦溝淺灌維持土壤於田間容水量內直至收穫前一日。10月2日採收及性狀調查與化學分析，將測計讀值輸入以前三作季建立之各種迴歸模式算出估測值，各項資料比對第四次試驗之化學分析實測值以檢驗模式適用性。

葉綠素測計量測

本試驗利用葉綠素測計(SPAD-502, Minolta Corp., USA)量測莧菜植株葉片讀值，每一處理小區逢機取樣6株。每株取最上位葉片中段部位，先測中肋右半邊上表皮讀值，再測左半邊下表皮讀值，取平均值。再將每處理小區量測6株測值之均值，作爲該處理小區代表讀值。將測計讀值與化學分析之葉片葉綠素總量及地上部植體全氮含量進行相關分析，建立迴歸模式(檢量線)。另進行地上部植體全氮含量與葉片葉綠素總量之測值相關強度分析，當兩者關係顯著後，續建立地上部植體全氮含量與葉綠素測計讀值之迴歸模式。

表3. 第三次田間試驗施用之有機堆肥(牛糞，E.C.: 13.9 dS m^{-1}, pH 8.7)成分分析

Table 3. Characteristics of the organic compost (E.C.: 13.9 dS m^{-1}, pH 8.7) applied in the third experiment

Component	Percentage(%)	C/N ratio	Electriaty conductirity (ds m-1)	pH
O garuic matter.	53.90	16.4	13.9	8.7
Total N (%)	1.79			
C/N ratio (%)	16.40			
P_2O_5 (%)	1.93			
K_2O (%)	3.39			
CaO (%)	3.40			
MgO (%)	1.62			
Na (%)	0.58			

莧菜植體化學分析性狀

莧菜植株生長至採收時，將接受葉綠素測計量測之樣株，在葉片上以打孔器擷取直徑 0.7 cm 之圓形片約 0.1g，進行葉綠素總量(mg g^{-1},FW)化學分析。將每處理小區之剩餘植株樣本混合，經 70-80℃烘乾 72 h 後磨碎篩濾(0.1 mm)，取粉狀試材分析地上部植體全氮(%,DW)含量。每處理小區至少三重複，取平均值為小區代表值進行統計分析。

葉片之葉綠素總量(leaf total chlorophyll)化學分析方法採自 Arnon(1949)修正法(李等 2002；Lee & Yang 1999；Yang & Lee 2001)，如前述每一處理小區逢機取 6 樣株，每株均各取約 0.1g 葉圓片樣本。樣本混以約 0.1g 海砂，加入約 2 ml 液態氮以杵磨碎，再加入 10ml 80%丙酮萃取後以 2,500 rpm(825*g*)離心 10min。取上層溶液以光電比色計(model DU-68, Beckman Inc., USA)讀取吸收率測值，再以下列公式計算葉綠素總量: Leaf total chlorophyll(mg)=(D652xV)/34.5×W，其中 D652 為在 652 nm 波長之吸收率測值，V 為上層溶液之容積(ml)，W 為葉片樣本之鮮重(g)。

莧菜地上部植體全氮含量測定，係取前述粉狀試材以 Kjeldahl 方法分析樣本全氮含量(李等 2002)。各處理小區混合粉狀材料秤取約 0.05-0.1g 樣本，每小區 3-6 重複，置入 50ml 分解瓶，加入 0.2 g 催化劑(K_2SO_4:$CuSO_4$·$5H_2O$:Se= 50:10:1, w/w)及 4 ml 之 36 N 濃硫酸，於 360-410℃電爐上加熱約 2 h 至分解液呈淡青綠色，取出冷卻至室溫後加入去離子水(NANOpure, Ultrapure Water System, Barnstead/Thermolyne Inc., Iowa, USA)至 50 ml 稀釋，予以均勻混合。取 5 ml 稀釋液於蒸餾管，加入 10 N NaOH 溶液 5 ml，以蒸餾方式收取冷凝之蒸氣於加溴酚藍之 4 ml 硼酸溶液(4%)，使顏色由紅轉成紫藍。再以 0.01 N HCl 溶液滴定，直至顏色再由紫藍轉成紅為止。樣本全氮含量(%)由下列公式計算: N(%)=(0.01×W_N×V×50 ml/5 ml×1/W)×100%，其中 V 為 HCl 之滴定量(ml)，W 為樣本重量(mg)，W_N 則為氮素原子量(14 g)。

結　果

田間試驗施以不等量氮肥將產生莧菜植株生長上的差異，同時也造成莧菜植體葉綠素及氮素含量的不同(圖 1)。一般言之，葉片葉綠素總量及地上部植體全氮含量隨著氮肥施用量增加而呈現上升趨勢。又前三次田間試驗之葉綠素測計量讀值與化學分析之葉綠素總量測值間，呈現顯著直線正相關(R^2=0.637，P<0.0001)(圖 2)。葉綠素測計讀值愈大，莧菜之葉片葉綠素總量則愈高。

莧菜地上部植體化學分析之全氮含量與葉片之葉綠素總量間，呈現顯著直線正相關(R^2=0.544，P<0.0001)(圖 3)。地上部植體全氮含量愈高，其葉片葉綠素總量也愈高，兩者密切相。另地上部植體全氮含量與葉綠素測計讀值之間，亦呈現顯著直線相關(R^2=0.581，P<0.0001)(圖 4)。測計讀值愈高者，則氮素含量愈多。

為驗證以前三次田間試驗建立之二項迴歸模式之適用性，乃將第四次田間試驗之葉綠素測計讀值輸入此二模式，分別計算出葉片葉綠素總量及地上部植體全氮含量之估測值。再將實測葉片葉綠素總量帶入上述地上部植體全氮含量與葉片葉綠素總量之迴歸模式，則計算出地上部植體全氮含量估測值。經比較後發現，各項估測值與第四次田間試驗之相對應實測值間均達顯著水準(圖 5)。

討　論

根據本研究之田間試驗結果，發現以不等氮肥施用量處理，除了產生莧菜植株生長上的差異，同時也造成莧菜植體葉綠素及氮素含量的不同(如圖 1)，這些資料適用於探討葉綠素、氮素及葉綠素測計讀值之間的關係。研究顯示，葉片葉綠素總量及地上部植體全氮含量有隨著氮肥施用量增加而上升的趨勢，此結果類似於張等(1998)之甘藍試驗，施用高量氮肥除了對甘藍有增產效果之外，並促使甘藍

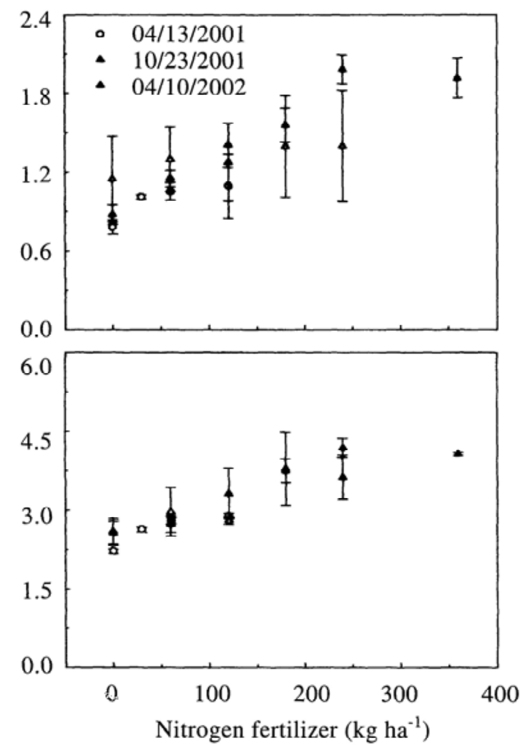

圖 1. 生長於 2001-2002 年三不同作季於施用不等量氮肥下莧菜(*Amaranthus mangostanus* L. cv. TNG 1)植株之葉片葉綠素總量及地上部植體全氮含量之變化。

Fig. 1. Changes of leaf total chlorophyll and nitrogen in aboveground plant parts of *Amaranthus mangostanus* L., cultivar TNG 1, in response to applications of different amounts of nitrogen fertilizer in the growing seasons of 2001-2002.

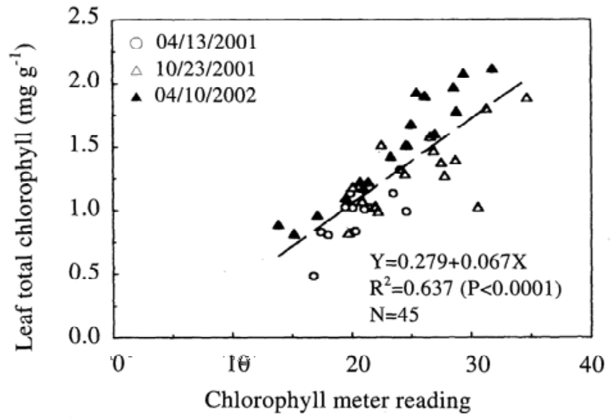

圖 2. 生長於 2001-2002 年三不同作季之施用不等量氮肥莧菜(*Amaranthus mangostanus* L. cv. TNG 1)植株之葉片葉綠素總量與葉綠素測計讀值之相關。

Fig. 2. Correlation between leaf total chlorophyll and readings of chlorophyll meter for plants of *Amaranthus mangostanus* L., cultivar TNG 1, grown in different amounts of nitrogen fertilizer application in the growing seasons of 2001-2002.

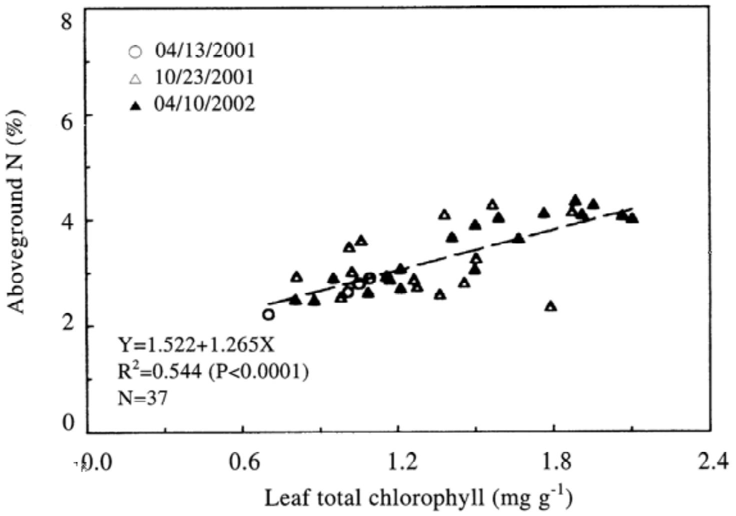

圖 3. 生長於 2001-2002 年三不同作季之施用不等量氮肥莧菜(*Amaranthus mangostanus* L. cv. TNG 1)植株之地上部植體全氮含量與葉片葉綠素總量之相關。

Fig. 3. Correlation between nitrogen content of aboveground plant parts and leaf total chlorophyll for plants of *Amaranthus mangostanus* L., cultivar TNG 1, grown in different amounts of nitrogen fertilizer application in the growing seasons of 2001-2002.

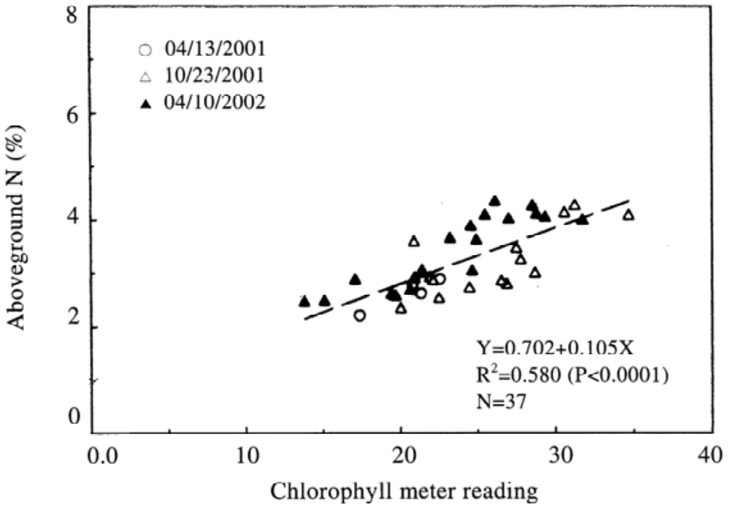

圖 4. 生長於 2001-2002 年三不同作季於施用不等量氮肥下莧菜(*Amaranthus mangostanus* L. cv. TNG 1)植株之地上部植體全氮含量與葉綠素測計讀值之相關。

Fig. 4. Correlation between nitrogen content of aboveground plant parts and readings of chlorophyll meter for plants of *Amaranthus mangostanus* L., cultivar TNG 1, grown in different amounts of nitrogen fertilizer application in the growing seasons of 2001-2002.

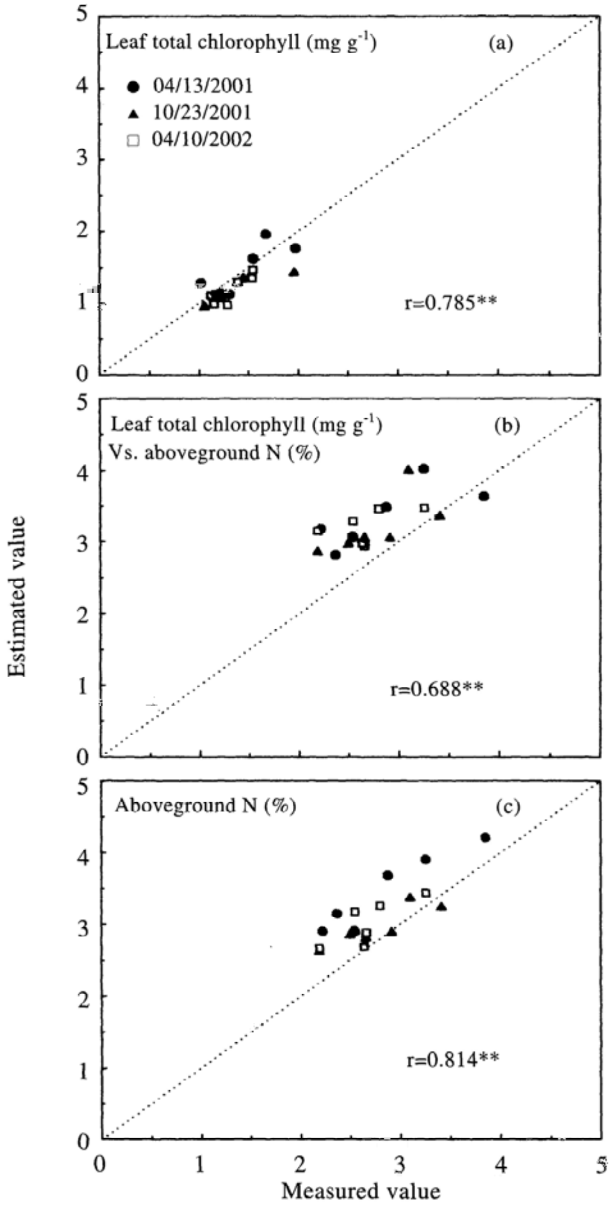

圖 5. 利用(a)葉片葉綠素總量與葉綠素測計讀值之迴歸模式，(b)地上部植體全氮含量與葉片葉綠素總量之迴歸模式，及(c)地上部植體全氮含量與葉綠素測計讀值之迴歸模式等三不同模式估測 2002 年 10 月 4 日採收莧菜(*Amaranthus mangostanus* L. cv. TNG 1)植株各種估測值與實測值之相關。

Fig 5. Correlation between measured values and estimated values by using (a) leaf total chlorophyll and chlorophyll meter reading model, (b) aboveground nitrogen and leaf total chlorophyll model, and aboveground nitrogen and chlorophyll meter model for plants of *Amaranthus mangostanus* L. cv. TNG 1.

葉片中氮素含量升高，尤其是春作栽培者高於秋作栽培者。Maynard *et al.*(1976)之研究亦指出，施用高量的氮肥提高蔬菜植體中的氮素及硝酸鹽含量。又由於施用不同類型氮肥對土壤酸鹼值(pH)的影響不一，如張等(1998)發現施用銨態氮($NH^{4+}-N$)將使得土壤酸鹼值快速下降，本研究乃施用硝酸銨緩和土壤中氫離子的增加而減少酸鹼值下降的速度。

經比較第一、二、三次試驗葉綠素測計量測莧菜植株葉片之讀值與化學分析之葉綠素總量測值之關係，發現兩者呈現顯著直線正相關(如圖 2)。試驗資料顯示，葉綠素測計讀值的大小可以反映出莧菜之葉片葉綠素總量的高低，葉綠素含量愈高則測計讀值愈大。因此，吾人可利用此一迴歸模式以葉綠素測計估測及追蹤莧菜植體葉綠素含量在生育期間的變化。

本研究接著比較莧菜地上部植體化學分析之全氮含量與葉片葉綠素總量之關係，發現地上部植體全氮含量與葉片葉綠素總量之間亦爲直線正相關(如圖 3)。換言之，地上部植體全氮含量愈高者，其葉片葉綠素總量亦愈高。由於氮素爲葉綠素之主要構成元素，葉綠素與氮素間展示之密切相關符合預測。惟當莧菜根部吸收超過植體所能還原同化的氮素肥料量(硝酸態氮)時，雖然有可能增加葉綠素的生成，卻可能會產生硝酸鹽累積現象，甚至有可能高達足以有害人體健康之濃度(Tadeo 1994)。因此，爲避免莧菜植體內蓄積過多硝酸鹽，確實不宜施用過量的氮肥於土壤內(Kowal & Barker 1981)，並應慎選品種(Wright&Davison1964)及注意環境條件與栽培方法(Magalhase&Fernandes1995；Maynard *et al.* 1976)。

本研究進一步分析莧菜地上部植體全氮含量與葉綠素測計讀值資料(如圖 4)，地上部植體全氮含量與葉綠素測計讀值呈現顯著直線相關，測計讀值愈高者，氮素含量愈多。顯然吾人可據以利用葉綠素測計讀值直接估測莧菜植體之葉綠素含量，並在地上部植體全氮含量與葉片葉綠素總量之間的高相關基礎上，利用葉綠素測計讀值間接推估莧菜植體之氮素含量。文獻資料也顯示，葉綠素測計可使用於包括水稻(楊 2003；Peng *et al*. 1995，1996)及玉米(Piekielek & Fox 1992；Piekielek *et al,* 1995；Schepers *et al.* 1992)在內的多種作物植株葉綠素及氮素的估測。

本研究續將第四次試驗之葉綠素測計讀值輸入上述二項迴歸模式求取葉片葉綠素總量及地上部植體全氮含量估測值，又將實測葉片葉綠素總量帶入上述地上部植體全氮含量與葉片葉綠素總量之迴歸模式，計算地上部植體全氮含量估測值，發現各項估測值與第四次試驗之相對應實測值之間均達顯著水準(如圖 5)。顯示以前三次試驗資料分析所得之迴歸模式，已大致涵蓋本研究各種關係的變異範圍(包括第四次試驗之變異)，可以提供適當的估測準確度。

綜合本項研究結果，顯示吾人可利用葉綠素測計方法來偵(檢)測莧菜植體葉綠素及全氮含量，藉由建立檢量線(迴歸模式)進行非破壞性快速且大量的量測，因此具有應用於莧菜氮肥精準管理用途之潛力。

誌　　謝

本文研究承行政院農業委員會農業試驗所經費(91 農科-5.1.3-農-C1)支持，特以致謝。

引用文獻

李裕娟、楊純明、張愛華。2002。施用氮肥對水稻植株氮素、葉綠素及植被反射光譜之影響。中華農業研究 51:1-14。

吳正宗、王銀波。1995。一些影響小白菜硝酸態氮含量的環境因子。中國農業化學誌 3(2):125-133。

柯忠慶、陳慶忠、劉興隆。1993。中部地區簡易設施蔬菜栽培蟲害發生調查。臺灣省臺中區農業改良場研究彙報 40(3):45-54。

詹雪芳。1996。自然農耕有機報告(貳)。p.86-87。漢聲 92。漢聲出版社，臺北市。

張建生、呂文通、詹朝清。1998。不同型態氮肥對結球菜類生育之影響。臺灣省花蓮區農業改良場研究彙報 16:59-72。

楊純明。2003。利用葉綠素測計估測水稻植株葉綠素及氮素。中華農業研究 52(1):72-82。

蔡素惠、楊秋忠、黃山內。1989。環境因子對蔬菜中硝酸及亞硝態氮累積之影響。土壤肥料試驗報告 78 :189-199。

蔡素惠、黃山內、楊秋忠。1995。有機及化學肥料對小白菜之生長、硝酸態氮及維生素含量之響。中華農學會報新 158:58-77。

Addiscott, T. M., A. P. Whitmore and D. S. Powlson. 1991. Farming, Fertilizers and the Nitrate Problem. p.1-15. C.A.B. International, Wallingford, UK.

Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24:1-15.

Blackmer, T.M., J.S. Schepers and G.E. Varvel. 1996. Light reflectance compared with other nitrogen stress measurements in corn leaves. Agron. J. 86:934-938.

Boldgett, J. and E.A. Clark 1986. Fertilizers, Nitrates, and Groundwater: An overview. p.1-15. Colloquium on agrichemical management of protecting water quantity. National Research Council, Washington, D.C.

Cantliffe, D. J. 1972a. Nitrate accumulation in spinach grown under different light intensities. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 97(2):152-154.

Cantliffe, D. J. 1972b. Nitrate accumulation in vegetable crops as affected by photoperiod and light duration. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 97(3):414-418.

Cantliffe, D. J. 1972c. Nitrate accumulation in spinach grown at different temperatures. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 97(5):674-676.

Forman, D., S. Al-Dabbagh and R. Doll. 1985. Nitrates, nitrites and gastric cancer in Great Britain. Nature 313:620-625.

Kowal, J.J. and A.V. Barker. 1981. Growth and composition of cabbage as influenced by nitrogen nutrient. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 12:979-995.

Lee, Y.-J. and C.-M. Yang. 1999. Relationship of plant growth and chlorophyll content in field-grown rice. Chinese J. Agron. 6:191-200.

Magalhase, J.R. and M.S. Fernandes. 1995. Nitrate versus ammonium nutrition and plant growth. p.131-144. In: Nitrogen Nutrition in Higher Plants. Associated publishing Co., New Delhi, India.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition in Higher Plant. p.230-255. Academic Press, New York, USA.

Martignon, G., A. Venezia and F. Malorgio. 1994. Nitrate accumulation in celery as affected by growing system and N content in the nutrient solution. Acta Hortic. 361:583-589.

Maynard, D.N., A.V. Barker, P.L. Minotti and N.H. Peck. 1976. Nitrate accumulation in vegetables. Adv. Agron. 28:71-118.

OECD. Organization for Economic Co-operation and Development. 1986. Water Pollution by Fertilizers and Pesticides. OECD publications. Paris, France. 144pp.

Peng, S., R.C. Laza, F.V. Garcia and K.G. Cassman. 1995. Chlorophyll meter estimates leaf-based nitrogen concentration of rice. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 26:927-935.

Peng, S., F.V. Garcia, R.C. Laza, A.L. Sanico, R.M. Visperas and K.G. Cassman. 1996. Increased N-use efficiency using a chlorophyll meter on high-yielding irrigated rice. Field Crops Res. 47:243-252.

Piekielek, W.P. and R.H. Fox. 1992. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress N requirements for maize. Agron. J. 84:59-65.

Piekielek, W.P., R.H. Fox, J.D. Toth and K.E. Macneal. 1995. Use of chlorophyll meter at the early dent stage of corn to evaluate nitrogen sufficiency. Agron. J. 87:403-408.

Schepers, J.S., D.D. Francis, M. Vigil and F. E. Below. 1992. Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter readings. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 23(17-20):2173-2187.

Sui, H.K., K.A. Buckle and M. Wooton. 1983. Determination of nitrate and nitrite in water using high-performance liquid chromatography. J. Chromato. 260:189-194.

Tadeo, K. 1994. Environmental Physiology: Nitrogen fertilization to maximize resource-Efficient productivity in a continuous year-round vegetable cropping sequence. p.283-291. AVRDC 1994 Progress Report. Tainan, Taiwan.

Williams, P.H. and R.J. Haynes. 1995. Nitrogen in the plant environment. p.1-20. In: Nitrogen Nutrition in Higher Plants. Associated Publishing Co., New Delhi, India.

Wright, M., and K.L. Davison. 1964. Nitrate accumulation in crop and nitrate poisoning of animals. Adv. Agron. 16:197-247.

Yang, C.-M. and Y.-J. Lee. 2001. Seasonal changes of chlorophyll content in field-grown rice crop and their relationships with growth. Proc. Natl. Sci. Counc. ROC(B). 25(4) :233-238.

Estimating Chlorophyll and Nitrogen Status in Plants of *Amaranthus mangostanus* with Chlorophyll Meter[1]

Chwen-Ming Yang[2,7], Bor-Kwei Shen[3], Jih-Zu Yu[4], Chaur-Tsuen Lo[5] and Jeng-Tzung Wu[6]

Summary

Yang, C. M., B. K. Shen, J. Z. Yu, C. T. Lo and J. T. Wu.2003. Estimating chlorophyll and nitrogen status in plants of *Amaranthus mangostanus* with chlorophyll meter. J. Agric. Res. China 52:107-118.

Three field experiments were conducted at Taiwan Agricultural Research Institute Experimental Farm (Wufeng, Taiwan) to evaluate the growth response of *Amaranthus mangostanus* L., cultivar TNG 67 to different levels of nitrogen fertilizer application during the growing seasons of 2001-2002. Data were collected on leaf total chlorophyll, aboveground nitrogen, and readings of chlorophyll meter from leaves at harvest. Results of regression analyses indicated positive linear correlation between leaf total chlorophyll and readings of chlorophyll meter (R^2=0.637，P<0.0001) and between aboveground nitrogen and leaf total chlorophyll (R^2=0.544，P<0.0001). The relationship between aboveground nitrogen and readings of chlorophyll meter was also linear (R^2=0.581，P<0.0001). Regression models validation by using data from another experiment showed a significant correlation between the estimated and the measured values. It suggests that chlorophyll meter is a suitable tool for the assessment of chlorophyll and nitrogen status in plants of *Amaranth mangostanus*.

Key words：Chlorophyll meter, Regression model, *Amaranth mangostanus*, Chlorophyll, Nitrogen.

---

1. Contribution No.2153 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted : April 28,2003.
2. Senior Agronomist/Research Fellow, Agronomy Division, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan, ROC.
3. Assistant Research Fellow, Horticulture Division, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan , ROC.
4. Assistant Research Fellow, Applied Zoology Division, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan , ROC.
5. Research Fellow, Plant Pathology Division, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan , ROC.
6. Lecturer, Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan ,ROC.
7. Corresponding author, e-mail：cmyang@wufeng.gov.tw ; Fax：(04)23396057.

中華農業研究(J. Agric. Res. China) 52:119~129 (2003)

玉米種子發芽之耐銨性及耐性組合力分析[1]

謝光照[2,4] 曹文隆[2] 楊金興[2] 盧煌勝[3]

摘 要

謝光照、曹文隆、楊金興、盧煌勝。2003。玉米種子發芽之耐銨性及耐性組合力分析。中華農業研究 52:119-129。

以 6 個玉米自交系及其相互雜交所獲得的 30 個 F_1 單交種爲材料，在銨離子〔NH_4^+〕5 種 (0, 5, 25, 50, 100 mM)濃度下，於恒溫(36±1°C)生長箱中進行發芽試驗。變方分析結果顯示銨離子濃度間、基因型間與銨離子濃度 x 基因型間之交感作用對所有發芽性狀均有極顯著之影響。其中發芽率、3 日發芽勢和發芽係數呈現隨著銨離子濃度之增加而下降之趨勢，當銨離子濃度達 50 mM 以上時，即明顯的阻礙種子發芽。不同的基因型間其耐性程度也有所差異。由 Griffing 之組合力分析，顯示平均發芽時間、發芽率、3 日發芽勢和發芽係數均受一般組合力(GCA)、特殊組合力(SCA)及正反交效應(RE)等遺傳基因所共同影響，其影響力之大小呈現 GCA>RE>SCA 之趨勢。在高銨濃度下(50 mM 以上)其 GCA/ SCA 均方比值呈現小於低銨濃度(5-25 mM)。所使用的自交系中以 TA85-17、H95 及 A661 具有較佳之耐銨性，而 F_1 單交種中以 ICAL210xA661、TA85-17xA661 及 A661xTA85-17 表現最佳之耐銨性。

關鍵詞：銨〔NH_4^+〕、玉米、發芽、組合力。

前 言

種子發芽及幼苗出土時期對於一植物族群是否存活爲一決定性的階段，而此時期的生長表現受溫度、溼度、光線(Chanway & Holl 1993; Fenner 1985; Grubb 1977)及土壤內鹽分(Gulzar *et al.*2001; Khan & Unger 1998; Vander Moezel & Bell 1987)等因子所影響。學者研究指出鹽類可能影響種子發芽的途徑：包括(1)由於鹽分含量的增加，水分潛勢下降，種子降低對水分的吸收量而無法發芽。(2)鹽直接對種子產生毒害作用(Pearce-Pinto *et al.*1990)。

玉米對 NH_4^+-N 及 NO_3^--N 的吸收及其利用之代謝效能有所不同，一般在蛋白質的合成利用上 NH_4^+-N 比 NO_3^--N 具有較高的效能(Schrader *et al.* 1972)。倘若玉米栽培上施用 NH_4^+態肥及添加硝化抑制劑後，能有效的抑制硝化菌把 NH_4^+-N 轉變成 NO_3-N$^-$的量，則不但可減少氮肥的施用量，同時可大大的提高 NH_4^+-N 的利用效能且能減少 NO_3^--N 對地下水之汙染。

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2154 號。接受日期：92 年 4 月 24 日。
2. 本所農藝組副研究員、助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。
3. 本所前農藝系研究員兼主任，現任苗栗區農業改良場場長。臺灣省 苗栗縣。
4. 通訊作者，電子郵件：x486045@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23302806。

植物的種類不同其耐鹽性及耐銨性也有所差異，研究顯示棉花種子在 1000ppm 的銨濃度下，其發芽率明顯地受到抑制(Megie *et al.*1967)。Barker 等人(1970)研究指出發芽中的種子易受銨離子的毒害而影響其發芽。Allard & Ohlrogge(1964)以 $NH_4H_2PO_4$ 及$(NH_4)_2HPO_4$兩種不同的化合物爲氮肥進行發芽試驗，結果顯示$(NH_4)_2HPO_4$所釋放的 NH_4^+對玉米種子發芽及出土有明顯的毒害作用，在 45ppm 的銨濃度下處理 2 天，玉米種子的發芽即受到毒害；而 Colliver & Welch(1970a, b)的試驗指出玉米種子鄰近的土壤內 $NH_3 + NH_4^+$濃度超過 1000ppm 時，玉米的發芽出現受抑制的現象，同時玉米幼苗根尖呈褐色及萎凋現象。

不論是鹽或銨對植物的影響，以發芽階段較其它生育時期來得大。本研究目的在探討不同銨濃度對不同種源玉米種子其發芽特性之影響，以作爲在發芽階段耐銨性篩選及將來育種之參考。

材料與方法

本研究以 6 個玉米(maize; Zea maize L.)自交系(ICAL210, Hi31, TA85-17, H95, A661, PH9)及其相互雜交之單交種 30 個爲材料(表 1)，配合 5 種硫酸銨濃度(0, 5, 25, 50, 100 mM)，pH 值爲 6.5 進行處理。裂區設計，銨濃度爲主區，基因型爲副區，三重複。每個基因型 50 粒/重複，於發芽皿中鋪吸水紙，然後將 50 粒種子放置於吸水紙上，種子之發芽面朝上，再於每個發芽皿中加入 30 ml 處理溶液，在 $36\pm1^{O}C$ 的恒溫生長箱進行發芽試驗。每日檢視並登錄發芽之種子數(胚根突破種皮 2 mm)。發芽勢的決定日數爲置床後 3 日之發芽勢。發芽率的決定日數爲置床後 10 日之發芽數。將所獲得之發芽數據進行計算下列發芽性狀：

(1)平均發芽日數 (mean germination time, day)＝ $\frac{\Sigma fv}{n}$

f：每日之發芽粒數，V：置床後之天數，n：總發芽數

(2)發芽率 (germination rate, %)＝ $\frac{n}{N} \times 100\%$

n：總發芽數，N：種子數

(3) 3 日發芽勢 (germination potential in 3 days, %)＝ $\frac{\text{3 日內總發芽數}}{\text{總種子數}} \times 100\%$

(4)發芽係數 (germination coefficient, %/day)＝ $\frac{\text{發芽率}}{\text{平均發芽日數}} \times 100\%$

然後將發芽性狀之數據進行變方分析及平均值顯著性比較，同時以 Griffing 之方法 1，模式 I 進行組合力分析(Griffing 1956)。

表 1. 全互交試驗所使用自交系之代碼、名稱及系譜

Table 1. The code, name and pedigree of inbred lines in diallel cross set

Code	Inbred lines	Pedigree
A	ICAL210	Cuban flint
B	Hi31	(B68×MV source) BC_5
C	TA85-17	RSC81-9001-12, S_4
D	H95	Oh43×CI90A
E	A661	Minn. Syn. AS-A
F	PH9	Tiniguib flint

結　果

玉米種子在不同銨濃度下，由 36 個基因型變方分析之結果列於表 2，可看出不同銨離子濃度間、基因型間與銨濃度 x 基因型間之交感作用等，對平均發芽時間、發芽率、3 日發芽勢和發芽係數等性狀之影響均達極顯著差異，表示不同銨離子濃度間其發芽性狀有明顯的不同影響；同時不同基因型間也表現出明顯的差異；而且在不同銨濃度下各基因型間的表現也不一致。

由不同銨濃度下發芽性狀之平均值比較(表 3)，顯示不同銨濃度對平均發芽時間的影響較小，而發芽率、3 日發芽勢和發芽係數則隨著銨濃度之增加其值漸變小，當銨濃度達 50mM 時其所受之影響更加明顯，即表示高銨濃度對發芽有明顯的阻礙作用。

各種銨濃度合併下，基因型之表現(表 4)，顯示平均發芽時間，在自交系之變異介於 1.766 (TA85-17) ~2.20 (A661)天之間，平均為 1.90 天；而單交種的變異介於 1.54 (PH9xTA85-17) ~ 2.32(Hi31 x ICAL210)天，其平均值為 1.88 天。發芽率，在自交系之變異介於 47.06 (Hi31) ~ 84.53% (TA85-17)之間，平均為 74.17%；而單交種的變異介於 62.0 (Hi31 x H95) ~90.66% (ICAL210xH95)，其平均值為 82.52%。3 日發芽勢之表現，自交系之變異介於 23.60%(Hi31) ~ 48.19%(TA85-17)；而單交種的變異介於 27.64 (Hi31 x ICAL210) ~57.40% (PH9xHi31)，其平均值為 45.25%。發芽係數之表現，在自交系之變異介於 46.93 (Hi31) ~ 84.53 %/day (TA85-17)，其平均值為 73.24%；而單交種的變異介於 59.33 (Hi31 x ICAL210) ~ 93.86 %/day (TA85-17 x A661)，其平均值為 81.65 %/day。綜合而論，平均的表現以單交種優於自交系。自交系則以 TA85-17 和 H95 表現較佳之發芽特性，而 Hi31 和 PH9 兩個自交系較差；單交種的表現以 ICAL210 x H95、TA85-17 x A661、H95 x TA85-17 和 PH9 x Hi31 較佳，呈現較短的平均發芽時間及較大的發芽率、3 日發芽勢和發芽係數。

表 2. 不同 NH_4^+濃度下 6×6 全互交組合發芽性狀變方分析之均方值

Table 2. Analysis of variance for germination characters of 6x6 diallel crosses germinated at five ammonium concentrations

Source	Df	Mean germination time	Germination rate	Germination potential in 3 days	Germination coefficient
Block	2	0.005	0.54	2.84	10.16
NH_4^+	4	0.395**[z]	6374.91**	1855.96**	6194.93**
Error(a)	8	0.007	30.23	19.68	33.29
Entry	35	0.624**	1492.38**	1039.61**	1601.68**
NH_4^+×entry	140	0.043**	181.34**	63.69**	182.31**
Error(b)	350	0.007	9.18	7.67	8.46

[z]**Significant at 0.01 probability level.

表 3. 不同 NH_4^+濃度下 36 個玉米基因型種子發芽性狀之平均值

Table 3. Means of seed germination characters of corn at five ammonium concentrations across 36 genotypes

Concentration of NH_4^+ (mM)	Mean germination time (day)	Germination rate (%)	Germination potential in 3 days (%)	Germination coefficient (%/day)
0	1.87	89.38	48.59	88.70
5	1.86	86.50	47.80	85.92
25	1.87	84.83	43.79	83.66
50	1.85	78.79	43.37	78.57
100	1.87	69.16	38.22	68.38
$LSD_{0.05}$	0.03	1.72	1.39	1.81

各種發芽性狀在不同銨濃度下個別組合力變方分析之結果(表5)，可看出平均發芽時間、發芽率、3日發芽勢和發芽係數等性狀，不論在何種銨濃度下，性狀的表現均受一般組合力(GCA)、特殊組合力(SCA)及正反交遺傳效應(RE)所共同影響，而其影響力的比重呈現 GCA> RE> SCA 之趨勢。同時各個發芽性狀在高銨濃度(50-100mM)下比低銨濃度(5-25mM)下具有較小的 GCA/ SCA 比值。

表 4. 各種 NH_4^+濃度合併下玉米 6 ×6 全互交組合間種子發芽性狀之平均值

Table 4. Means of seed germination characters of maize from 36- genotype combination.Data was maxed from five ammonium concentrations

Source	Mean germination time (day)	Germination rate (%)	Germination potential in 3 days (%)	Germination coefficient (%/day)
Inbred line				
Range	1.766-2.200 (TA85-17~A661)	47.06-84.53 (Hi31~TA85-17)	23.60-48.19 (Hi31~TA85-17)	46.93-84.53 (Hi31~TA85-17)
Average	1.90	74.17	39.89	73.24
Hybrid				
Range	1.540-2.320 (PH9xTA85-17~ Hi31xICAL 210)	62.00-90.66 (Hi31xH95~ICAL 210xH95)	27.64-57.40 (Hi31xICAL 210~PH9xhi31)	59.33-93.86 (Hi31xICAL 210~ TA85-17xA661)
Average	1.88	82.52	45.25	81.65
$LSD_{0.05}$	0.06	2.17	1.98	2.08

表 5. 不同 NH_4^+濃度下玉米種子各種發芽性狀組合力變方分析之均方值

Table 5. Mean squares of seed germination characters of maize from combining ability analysis, based on Griffing's mode1, method 1, at five ammonium concentrations

Source	Df	Concentration of NH^+_4 0	5	25	50	100
Mean germination time						
GCA	5	0.0598**[z]	0.1255**	0.0544**	0.0581**	0.1846**
SCA	15	0.0110**	0.0147**	0.0115**	0.0162**	0.0386**
RE	15	0.0453**	0.0979**	0.0600**	0.0473**	0.1161**
Error	70	0.0023	0.0043	0.0014	0.0010	0.0034
GCA/SCA		5.4300	8.5300	4.7300	3.5800	4.7800
Germination rate						
GCA	5	145.007**	420.488**	307.274**	252.869**	530.563**
SCA	15	59.730**	56.940**	64.041**	105.403**	230.175**
RE	15	59.896**	148.577**	114.977**	196.548**	136.577**
Error	70	4.376	3.146	2.125	3.775	1.876
GCA/SCA		2.420	7.338	4.790	2.390	2.300
Germination potential in 3 days						
GCA	5	110.311**	339.730**	163.196**	117.586**	233.788**
SCA	15	30.101**	17.856**	22.937**	48.071**	79.411**
RE	15	62.905**	142.232**	84.604**	114.010**	106.409**
Error	70	2.837	5.403	1.155	1.559	1.828
GCA/SCA		3.660	19.020	7.110	2.440	2.944
Germination coefficient						
GCA	5	153.106**	469.091**	346.770**	236.483**	547.733**
SCA	15	58.205**	53.252**	50.054**	108.025**	233.577**
RE	15	62.370**	173.481**	135.777**	197.096**	156.725**
Error	70	3.908	2.998	1.503	3.558	2.145
GCA/SCA		2.630	8.800	6.920	2.180	2.340

[z]**Significant at 0.01 probability level.

根據不同銨濃度下親本自交系各種發芽性狀之一般組合力效應值(表 6)，就平均發芽時間而言，不論在何種銨濃度下，TA85-17、H95 和 PH9 等三個自交系均爲負值，即表示此自交系所帶有之基因具有縮短平均發芽時間之效果；而 A661 及 Hi31 則爲正値，具有延長平均發芽時間之效應。就發芽率而言，不論在何種銨濃度下，Hi31 自交系均爲負值，即表示此自交系所帶有較多不利於發芽之基因存在；而 TA85-17 及 H95 兩個則爲正値，表示其帶有較多有利於發芽之基因，具有增加發芽率之效應存在。A661 在低銨濃度下表現爲負值，但在高銨濃度下(50-100mM)則呈現較大之正效應，表示在高銨濃度下 A661 轉而表現出增加發芽之特性。就 3 日發芽勢而言，不論在何種銨濃度下，Hi31 自交系爲負值，表示此自交系具有較爲分散不快速之發芽特性；而 TA85-17 及 H95 二個則爲較大之正值，表示此二個自交系具有較快速且集中之發芽特性；而 A661 在低銨濃度(0-25mM)下表現爲負值，但在高銨濃度下(50-100 mM)則呈現正效應，表示在低銨濃度下呈現分散且不快速之發芽特性，但在高銨濃度下 A661 則轉而表現出較快速且集中發芽之特性。就發芽係數而言，不論在何種銨濃度下，Hi31 自交系爲負效應值，表示 Hi31 自交系帶有較多不利於快速且集中發芽之基因；而 TA85-17 及 H95 則爲較大之正效

表 6. 不同 NH_4^+濃度下玉米親本自交系各種發芽性狀的一般組合力效應估值

Table 6. The general combining ability effect of seed germination characters of maize estimated in diallel cross, at five ammonium concentrations

	NH_4^+ conc.				
Inbred line	0	5	25	50	100
Mean germination time (day)					
A (ICAL210)	0.0217	-0.0203	0.0296	0.0326	-0.1431
B (Hi31)	0.0762	0.1760	0.0646	0.0546	0.1676
C (TA85-17)	-0.0601	-0.0698	-0.1117	-0.1048	-0.0181
D (H95)	-0.0113	-0.0634	-0.0142	-0.0106	-0.0617
E (A661)	0.0720	0.0654	0.0629	0.0799	0.1340
F (PH9)	-0.0985	-0.0878	-0.0312	-0.0517	-0.0787
S.E.(g_i-g_j)	0.0194	0.0268	0.0151	0.0130	0.0238
Germination rate (%)					
A (ICAL210)	2.9444	0.0555	1.0000	1.3703	-0.6111
B (Hi31)	-5.0000	-9.8888	-9.6666	-9.0185	-12.5000
C (TA85-17)	4.7222	6.0555	4.9444	2.2037	3.4444
D (H95)	0.2777	4.4444	2.4444	0.6481	3.8888
E (A661)	1.3333	-3.5555	-0.4444	4.0370	6.1111
F (PH9)	1.6111	2.8889	1.7222	0.7592	-0.3333
S.E.(g_i-g_j)	0.8540	0.7241	0.5952	0.7932	0.5591
Germination pontential in 3 days (%)					
A (ICAL210)	0.6648	0.8120	-0.3685	-0.2851	2.5935
B (Hi31)	-4.0935	-8.4574	-5.6712	-5.5546	-8.8398
C (TA85-17)	4.3898	4.8481	5.2814	3.8537	2.2824
D (H95)	0.0870	3.2814	1.0537	0.1453	2.4370
E (A661)	-2.6379	-4.4240	-1.9713	0.0564	0.4268
F (PH9)	1.5898	3.9398	1.6759	1.7842	1.0990
S.E.(g_i-g_j)	0.6876	0.9489	0.4389	0.5097	0.5520
Germination coeffcient (%/day)					
A (ICAL210)	3.2047	-0.1481	0.7222	1.4814	-0.1111
B (Hi31)	-5.1481	-10.2592	-10.1666	-8.8518	-12.9444
C (TA85-17)	4.6851	6.8518	5.8333	2.2592	3.3333
D (H95)	0.2963	4.7407	2.2777	0.8148	4.3888
E (A661)	-1.6481	-3.7592	0.1666	3.3703	5.5000
F (PH9)	-1.4259	2.5740	1.1667	0.9259	-0.1666
S.E.(g_i-g_j)	0.8071	0.7069	0.5006	0.7700	0.5979

應值，表示此二個自交系具有較多有利於快速且集中之發芽基因。A661 在低銨濃度(0-25mM)下表現爲負值，但在高銨濃度下(50-100mM)則呈現正效應，表示在低銨濃度下呈現分散且不快速之發芽特性，但在高銨濃度下 A661 則轉而表現出較快速且集中發芽之特性。

綜合各性狀的表現，在 100mM 銨濃度下，以自交系 TA85-17、H95 和 A661 表現出較佳之一般組合力。

在 100mM 銨濃度下，單交種發芽性狀之特殊組合力效應值(表 7)，就平均發芽時間而言，以 CxE (TA85-17 x A661)及 CxF (TA85-17 x PH9)具有較大之負效應值，而 BxC(Hi31 x TA85-17)則具有較大之正效應值，其變異介於 - 0.22~ 0.21 天。就發芽率而言，以 CxF (TA85-17 x PH9)和 DxE(H95 x A661)具有較大之負效應值，而 BxE(Hi31 x A661)和 BxF(Hi31 x PH9)則具有較大之正效應值，其變異介於 -3.28 ~ 20.67%。就 3 日發芽勢而言，BxC(Hi31 x TA85-17)、CxD(TA85-17 x H95)和 DxF(H95 x PH9)等三個具有較大之負效應值，而 BxF(Hi31 x PH9)和 CxE(TA85-17 x A661) 則具有較大之正效應值，其變異介於 - 2.54 ~ 10.21 %。就發芽係數而言，BxC (Hi31 x TA85-17)則具有較大之負效應值，而 BxE (Hi31 x A661)、BxF (Hi31 x PH9)和 CxE (TA85-17 x A661)等三個雜交組合則具有較大之正效應值，其變異介於 - 3.44 ~ 19.72 %/day。綜合各性狀之表現加以比較，以 BxE (Hi31 x A661)、BxF (Hi31 x PH9)和 CxE (TA85-17 x A661)三個組合在高氨濃度下仍然具有較佳的特殊組合力。

在 100mM 銨濃度下，單交種發芽性狀之正反交效應值(表 8)，就平均發芽時間而言，以 AxB 與 BxA 間具有最大之負的效應值；而 BxC 與 CxB 間具有最大之正的效應值，其正反交效應值之變異介於 -0.375 ~0.480 天。就發芽率而言，以 BxE 與 ExB、DxE 與 ExD 間具有最大之負的效應值；而 AxB 與 BxA 間具有最大之正的效應值，其正反交效應值之變異介於 -11.00 ~ 19.33%。就 3 日發芽勢而言，以 BxC 與 CxB 、BxF 與 FxB 之間具有最大之負的效應值；而 AxB 與 BxA、AxE 與 ExA 間具有最大之正的效應值，其正反交效應值之變異介於 -10.80 ~16.60%。就發芽係數而言，BxC 與 CxB、BxE 與

表 7. 在 100 mM[NH_4^+]濃度下 F_1 組合發芽性狀之特殊組合力效應值

Table 7. Effect of specific combining ability on the seed germination characters of maize. Data were estimated in diallel cross, at 100 mM ammonium concentrations

Genotype	Mean germination time (day)	Germination rate (%)	Germination potential in 3 days (%)	Germination coefficient (%/day)
AxB[z]	0.00	-0.72	0.42	0.33
AxC	-0.03	-1.67	-0.89	-1.61
AxD	0.04	6.22	2.89	6.00
AxE	0.08	-0.33	-1.32	-0.44
AxF	-0.05	3.11	2.48	3.22
BxC	0.21	-0.44	-2.54	-3.44
BxD	-0.08	3.11	1.81	3.50
BxE	-0.08	10.22	5.25	11.72
BxF	0.05	20.67	10.21	19.72
CxD	0.18	3.17	-2.47	3.22
CxE	-0.20	11.61	10.11	12.78
CxF	-0.22	-3.28	3.47	-2.56
DxE	-0.08	-2.83	-0.33	-2.28
DxF	0.13	-0.72	-2.47	1.28
ExF	-0.01	-1.28	-1.14	-1.06
SE(S_{ij}-S_{ik})	0.05	1.25	1.23	1.34
SE(S_{ij}-S_{kl})	0.05	1.12	1310	1.20

[z] A:ICAL210, B:Hi31, C:TA85-17, D:H95, E:A661, F:PH9.

ExB 之間具有最大之負的效應值；而 AxB 與 BxA、AxE 與 ExA 間具有最大之正的效應值，其正反交效應值之變異介於 -14.666 ~19.666%/day。綜合各性狀之表現加以比較，顯現母本細胞質所帶有之基因，在高銨濃度下，對發芽性狀有極大之影響力，尤其 AxB 與 BxA、AxE 與 ExA、BxC 與 CxB、BxE 與 ExB 間表現更為明顯。

在 100 mM 銨濃度下，基因型的發芽性狀之平均值(表 9)，可看出，就平均發芽時間而言，自交系的變異介於 1.540(ICAL210) ~ 2.430 (A661)天；而單交種之變異介於 1.376 (PH9xTA85-17) ~ 2.45 天(Hi31xPH9)之間。就發芽率而言，自交系的變異介於 11.3(Hi31) ~ 68.0%(H95)；而單交種之變異介於 36.0 (Hi31xICAL210) ~ 90.7%(A661xTA85-17)。就 3 日發芽勢而言，自交系的變異介於 5.4(Hi31) ~ 43.7%(H95)；而單交種之變異介於 15.8(Hi31xICAL210) ~ 55.4% (TA85-17x A661)之間。就發芽係數而言，自交系的變異介於 11.3(Hi31) ~ 68.0%/day (H95)；而單交種之變異介於 35.3(Hi31xICAL210) ~ 90.0%/day (TA85-17x A661)之間。綜合各性狀之表現，自交系中以 TA85-17、H95 及 A661 表現較佳，在高銨濃度下(100 mM)具有最大之耐性而仍能迅速發芽；而單交種中則以 AxE (ICAL210x A661)、CxE (TA85-17x A661)及 ExC (A661x TA85-17)等三個表現最佳之發芽特性。

表 8. 在 100mM [NH_4^+]濃度下 F_1 組合之正反交效應值

Table 8. Effect of reciprocal of seed germination characters of maize. Data were estimated in diallel cross, at 100 mM ammonium concentrations

Genotype	A[z]	B	C	D	E
Mean germination time (day)					
B	-0.375				SE(Rij)=0.041
C	0.061	0.480			SE(Rij-Rk1)=0.058
D	0.020	0.131	-0.095		
E	-0.271	0.055	-0.156	-0.235	
F	0.080	0.435	0.178	0.251	0.150
Germination rate (%)					
B	19.333				SE(Rij)=0.968
C	2.333	-10.333			SE(Rij-Rk1)=1.369
D	-5.333	-5.666	0.333		
E	11.666	-11.000	-0.333	-11.000	
F	6.666	-3.666	1.000	4.666	4.333
Germination poltential in 3 days (%)					
B	16.600				SE(Rij)=0.956
C	-0.083	-10.800			SE(Rij-Rk1)=1.352
D	-3.683	-5.666	2.116		
E	11.633	-6.200	4.383	-0.733	
F	1.933	-10.800	-5.783	-2.800	-0.716
Germination coefficient (%/day)					
B	19.666				SE(Rij)=0.880
C	2.000	-14.666			SE(Rij-Rk1)=1.464
D	-5.333	-5.333	0.666		
E	12.666	-11.333	0.000	-10.666	
F	6.666	-5.666	-1.000	4.000	4.000

[z] A:ICAL210, B:Hi31, C:TA85-17, D:H95, E:A661, F:PH9.

討 論

植物種子需有適當的水、氧氣、光線與溫度等環境配合才能順利發芽，乾燥的玉米種子在適當的溫度下，當吸水量達44%時，不論光線的有無均能發芽。前人研究顯示當外在環境因子不適當，如溫度太高或太低(Derieux & Bonhomme 1990)、鹽分濃度過高(Gulzar *et al.* 2001; Khan & Ungar 1998; Vander Moezel & Bell 1987)或有害物質存在(Allard & Ohlrogge 1964; Barker *et al.* 1970; Megie *et al.* 1967)時種子的發芽便會受到阻礙。本試驗之結果顯示當銨濃度由0漸增加至100 mM時，玉米種子的發芽率、3日發芽勢和發芽係數會隨著銨濃度的增加而下降，尤其在高銨濃度(50~100 mM)時更加明顯。而

表9. 在100 mM[NH_4^+]濃度下玉米不同基因型組合間種子發芽性狀之表現

Table 9. Seed germination characters of 36 genotypes combination of maize under application of ammonium at 100mM

Genotypes	Mean germination time (day)	Germination rate (%)	Germination potential in 3 days (%)	Germination coefficient (%/day)
A (ICAL210)	1.5	61.3	39.8	61.3
AxB	1.5	74.7	49.0	74.7
AxC	1.7	72.7	42.1	72.0
AxD	1.7	73.3	42.5	73.3
AxE	1.7	86.0	51.6	86.0
AxF	1.7	78.0	46.3	78.0
BxA	2.3	36.0	15.8	35.3
B (Hi31)	2.1	11.3	5.4	11.3
BxC	2.7	49.3	18.3	40.7
BxD	2.0	58.0	28.0	58.0
BxE	2.2	62.0	28.9	61.3
BxF	2.5	73.3	29.9	69.3
CxA	1.6	68.0	42.3	68.0
CxB	1.8	70.0	39.9	70.0
C (TA85-17)	1.9	66.7	35.1	66.7
CxD	1.9	80.0	42.6	80.0
CxE	1.6	90.0	55.4	90.0
CxF	1.7	68.0	39.3	68.0
DxA	1.7	84.0	49.8	84.0
DxB	1.8	69.3	39.3	68.7
DxC	2.1	79.3	38.4	78.7
D (H95)	1.6	68.0	43.7	68.0
DxE	1.6	65.3	40.0	65.3
DxF	2.1	76.7	36.5	75.3
ExA	2.2	62.7	28.3	60.7
ExB	2.0	84.0	41.3	84.0
ExC	1.9	90.7	46.7	90.0
ExD	2.1	87.3	41.5	86.7
E (A661)	2.4	64.0	26.5	58.7
ExF	2.1	78.0	37.9	76.7
FxA	1.5	64.7	42.5	64.7
FxB	1.6	80.7	51.5	80.7
FxC	1.4	70.0	50.9	70.0
FxD	1.6	67.3	42.1	67.3
FxE	1.8	69.3	39.3	68.3
F (PH9)	1.8	50.0	27.9	50.0
$LSD_{0.05}$	0.1	2.2	2.2	2.3

高銨濃度下玉米種子發芽受阻，可能由於水溶液中銨濃度過高造成水份潛勢下降，阻礙種子的吸水，或銨阻礙呼吸作用中之還原態 DPNH (diphosphopyridine nucleotide)氧化成 DPN 之電子傳遞過程之進行，造成對種子的毒害作用(Vines & Wedding 1960; Wedding & Vines 1959)，致使種子無法得到能量以順利發芽。

六個不同種源之玉米自交系及其相互雜交所獲得的 30 個單交種，在不同銨濃度下其發芽性狀的表現有明顯的耐性差異存在。自交系中以 TA85-17、H95 及 A661 表現較佳，在高銨濃度下(100 mM)具有最大之耐性而仍能迅速發芽；而單交種中則以 ICAL210x A661、 TA85-17x A661 及 A661x TA85-17 等三個之發芽特性表現最佳。經 Griffing 之組合力分析，顯示平均發芽時間、發芽率、3 日發芽勢和發芽係數等性狀，不論在何種銨濃度下，性狀的表現均受一般組合力(GCA)、特殊組合力(SCA)及正反交遺傳效應所共同影響，而其影響力的比重呈現 GCA>RE> SCA 之趨勢。

一般組合力主要受累加性基因所作用，而特定組合力則受顯性基因或非等位基因間之相互作用所影響(Sprague & Tatum 1942)。Rojas & Sprague (1952)認為 GCA 與 SCA 變方的大小，可用於決定基因的作用型式；當 GCA 均方所佔的比例較大時，表示此等性狀由累加性基因所控制的比例佔較大部份。而 SCA 均方所佔的比例較大時，表示由顯性基因或非等位基因間之相互作用所控制佔較大比例；正反交效應顯著存在時，表示母本細胞質的不同亦有明顯的影響力。由本試驗種子發芽之耐銨性的組合力分析，顯示玉米種子發芽性狀，經由輪迴選種或慎選耐銨性強的母本自交系進行雜交種之選育，可有效改良並增強其耐銨性。

引用文獻

Allard, S. E., and A. J. Ohlrogge. 1964. Principles of nutrient uptake from fertilizer bands. VI. Germination and emergence of corn as affected by ammonia and ammonium phosphate. Agron. J. 56:309-313.

Barker, A. V., D. N. Maynard, B. Mioduchowska, and A. Buch. 1970. Ammonium and salt inhibitions of some physiological processes associated with seed germination. Physiol. Plant. 23:898-907.

Chanway, C. P., and F. B. Holl. 1993. Ecotypic specificity of spruce emergence-stimulating *Pseudomonas putida*. Forest Sci. 39:520-527.

Colliver, G. W., and L. F. Welch. 1970a. Toxicity of preplant anhydrous ammonia to germination and early growth of corn: I. Field studies. Agron. J. 62:341-346.

Colliver, G. W., and L. F. Welch. 1970b. Toxicity of preplant anhydrous ammonia to germination and early growth of corn: II. Laboratory studies. Agron. J. 62:346-348.

Derieux, M., and R. Bonhomme. 1990. Heat units requirements of maize inbred lines for pollen shedding and silking: Results of the European FAO network. Maydica 35:41-46.

Fenner, M. 1985. Seed ecology. P. 151. in Chapman and hall, London.

Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9:463-493.

Grubb, J. P. 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: The importance of the regeneration niche. Biol. Rev. 52:107-145.

Gulzar, S., M. A. Khan, and I. A. Ungar. 2001. Effect of salinity and temperature on the germination of *Urochodra setulosa* (Trin.) C. E. Hubbard. Seed Sci. & Technol. 29:21-29.

Khan, M. A., and I. A. Ungar. 1998. Seed germination and dormancy of *polygonum avicular* L. as influenced by salinity, temperature, and gibberellic acid. Seed Sci. & Technol.26:107-117.

Megie, C. A., R. W. Pearson, and A. E. Hiltbold. 1967. Toxicity of decomposing crop residues to cotton germination and seedling growth. Agron. J. 59:197-199.

Pearce-Pinto, G. V. N., P. G. Vander Moezel, and D. T. Bell. 1990. Seed germination under salinity stress in Western Australian species of *Eucaptus*. Seed Sci. & Technol. 18:113-118.

Rojas, B. A., and G. F. Sprague. 1952. A comparison of variance components in corn yield trials: III. General and specific combining ability and their interaction with locations and years. Agron. J. 44:462-466.

Sprague, G. E., and L. A. Tatum. 1942. General and specific combining ability in single crosses of corn. J. Am. Soc. Agron. 34:923-932.

Vander Moezel, P. G., and D. T. Bell. 1987. The effect of salinity on the germination of some Western Australian *Eucalyptus* and *Melaleuca* species. Seed Sci. & Technol. 15:239-246.

Vines, H. M., and R. T. Wedding. 1960. Some effects of ammonia on plant metabolism and a possible mechanism for ammonia toxicity. Plant Physiol. 35:820-825.

Wedding, R. T., and H. M. Vines 1959. Inhibition of reduced diphospyridine nucleotide oxidation by ammonia. Nature 184:1226-1227.

Ammonium Tolerance of Seed Germination in Maize (*Zea mays* L.) and Their Combining Ability Analysis [1]

Guang-Jauh Shieh[2,4], Wen-Long Tsaur[2], King-Hsing Yang[2], and Hung-Shung Lu[3]

Summary

Shieh G. J., W. L. Tsaur, K. H. Yang and H. S. Lu. 2003. Ammonium tolerance of seed germination in maize (*Zea mays* L.) and their combining ability analysis. J. Agric. Res. China 52:119-129.

All possible cross combinations were made among six maize (*Zea mays* L.) inbred lines that selected from different germplasms. Seed germination test was carried out on Filter paper in petri dish. Three replicates, 50 seeds of each genotypes, were tested at five concentrations (0, 5, 25, 50, 100 mM) of ammonium (NH_4^+). Applied by 30 ml ammonium solution each petridish. After incubation of maize seed at 36±1℃ in controlled growth chamber for 10 days. Seed germination characters including mean time to germination, germination rate, germination potential in 3 day, and germination coefficient, were investigated. Analysis of variance indicated that four germination characters were highly affected by ammonium ion, genotype, and interaction between ammonium and genotype. The germination rate, germination potential in 3 days, and germination coefficient were decreased while the ammonium concentration increased. The retardation of seed germination was more significantly, when the ammonium concentration higher than 50 mM. In this trial, the degree of tolerance for ammonium showed variation in inbred lines. Based on Griffing's method of analysis, the result indicated that general combining ability (GCA), specific combining ability (SCA), and reciprocal effect (RE) significantly affected all germination characters at various ammonium concentrations. The contribution ratio order was GCA > RE > SCA. And the GCA / SCA ratio of germination characters in high NH_4^+ concentration (50 mM) were smaller than low NH_4^+ concentration. In this trial, the genotype TA85-17, H95, ICAL210 x A661, TA85-17x A661, and A661 x TA85-17 shoos'ed better ammonium tolerance when germinated at higher ammonium concentration.

Key word: Ammonium (NH_4^+), Maize, Germination, Combining ability.

---

1. Contribution No.2154 from Taiwan Agricultural Research Institude, Council of Agriculture. Acceptd : April 24, 2003.
2. Respectively, Associate Agronomist, Assistant Agronomist, Assistant Agronomist, Agronomy Division, TARI. Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Former Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI; Currently, Director of Miaoli DAIS, Miaoli, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, e-mail：x486045@wufeng.tari.gov.tw ; Fax：(04)23302806.

中華農業研究(J. Agric. Res. China) 52:130~135 (2003)

玉米不同株齡幼苗與耐銨之相關性 [1]

謝光照 [2,4] 曹文隆 [2] 何千里 [2] 楊金興 [2] 盧煌勝 [3]

摘 要

謝光照、曹文隆、何千里、楊金興、盧煌勝。2003。玉米不同株齡幼苗與耐銨之相關性。中華農業研究 52:130-135。

本試驗利用玉米自交系及 F_1 單交種爲材料，於玉米不同株齡期，以 100 mM NH_4^+，在砂耕栽培環境下進行試驗。結果顯示，不同基因型間對 NH_4^+之耐性有明顯的差異；不同株齡間其耐性也不同，隨著株齡增加其耐性漸增，且株齡與乾物重間呈直線相關。本研究結果得知，有效的鑑別及篩選耐銨之玉米種源的最適當時期爲 2 葉齡期，其次爲 0 葉齡期(即玉米剛出土，但葉片尚未展開)。

關鍵詞：玉米、株齡、銨(NH_4^+)、相關性。

前 言

作物種類不同對NH_4^+-N與NO_3^--N的喜好程度有所不同，像菸草(Evans & Weeks 1947)、大麥(Arnon 1939)、番茄(Lorenz & Johnson 1953)在NO_3^--N環境下生長較優於NH_4^+-N下。而不同作物種類對NH_4^+-N的耐受性也不相同(Chaillou *et al.* 1986；Gill & Reisenauer 1993；Qasem & Hill 1993)。Aarnes 等學者(1995)以挪威赤松(Norway spruce)爲材料，在 0.5～50 mM NH_4^+-N 濃度下栽培，結果顯示以 5.0 mM NH_4^+-N 濃度下，其生長較佳；但當濃度再增高時，其生長量呈現減少。Wu 等學者(1998)以 11 個玉米自交系在 10～40 mM NH_4^+-N 濃度下進行試驗，結果顯示幼苗乾物質生長量隨銨濃度增加而下降之現象。Xu 等學者(1992)指出玉米忍受 NH_4^+-N 最高濃度爲 10 mM。

玉米對於 NH_4^+-N 及 NO_3^--N 均能加以吸收及利用。Bennett 等學者(1964)以 NO_3^--N 及 NH_4^+-N 當作氮肥進行養液砂耕栽培玉米，經生長 5 週後，顯示在 112 ppm 濃度下，以 NO_3^--N 處理者其生長情形優於 NH_4^+-N 處理者，而生長在 NH_4^+-N 者其根呈現不健康之暗褐色。Cramer & Lewis(1993)的試驗亦指出玉米以 NH_4^+-N 當作氮肥者比 NO_3^--N 當作氮肥者，其根系伸展較緩慢。在田間施用液態氮當作氮肥且添加硝化抑制劑 Nitrapyrin 時，高濃度的 NH_3 會對玉米產生毒害作用(Blackmer & Sanchez 1988)。Cooke(1962)、Collver & Welch(1970)指出當土壤內 NH_3 和 NH_4^+-N 濃度達 944 ppm 時，玉米發芽及早期生育會有明顯的阻礙作用；當濃度達 1628 ppm 時會完全抑制根生長,而受到 NH_4^+-N 毒害的根較正常者肥厚且分支根較多，同時根系之根尖呈褐色且外型枯萎。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2155 號。接受日期：92 年 5 月 9 日。
2. 本所農藝組副研究員、助理研究員、助理研究員、助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。
3. 本所前農藝系研究員兼主任，現任苗栗區農業改良場場長。臺灣省 苗栗縣。
4. 通訊作者，電子郵件：x486045@wufeng.tari.gov.tw；傳眞機：(04)23302806。

玉米對 NH_4^+-N 及 NO_3^--N 的吸收及其利用之代謝效能有所不同，一般在蛋白質的合成利用上 NH_4^+-N 比 NO_3^--N 具有較高的效能(Schrader *et al.* 1972)。倘若玉米栽培上施用 NH_4^+-N 肥及添加硝化抑制劑後，能有效的抑制硝化菌把 NH_4^+-N 轉變成 NO_3^--N 的量，則不但可減少氮肥的施用量，同時可大大的提高 NH_4^+-N 的利用效能且能減少 NO_3^--N 對地下水之汙染。Handa 等學者(1985)研究指出銨對玉米生長的效能，主要受生長時期及其使用濃度所影響，各個生長時期的幼苗，接受 NH_4^+-N 濃度不同其生長速率也不同。玉米種源類別不同(normal vs opaque-2)，在高 NH_4^+濃度下，其生長的受限程度不同(Handa *et al.* 1984)。Wu 等學者(1998)報告亦指出不同玉米自交系種源，其對銨態氮的利用及其耐銨性有程度上的差異存在。

上述研究顯示，玉米對銨的耐受性有遺傳差異存在，要篩選對銨具有較強耐性之種源時須於適當時期進行篩選，才能達到最大的效果。本試驗即於玉米不同幼苗期以高濃度 NH_4^+-N 於砂耕中進行處理，藉由處理後乾物重的表現來探討株齡與其耐銨性之關係，以作爲遺傳研究及育種選拔上之參考。

材料與方法

試驗(一)所使用的材料爲玉米(*Zea mays* L.)自交系 A661、H95、ICAL210 及 TA85-17。開始銨處理之株齡期分爲 0(玉米剛出土，但葉片未展開)、2 葉齡(長出完整的 2 葉片)、4 葉齡及 6 葉齡等四種。試驗(二)所使用的材料有玉米自交系 A661、H95、ICAL210、TA85-17 及單交種 H95×PH9、TA85-17×H95、ICAL210×A661 及 TA85-17×A661 等八個基因型。株齡分-2 (剛播種)、0 (剛出土，但葉片未展開)、2 葉齡及 4 葉齡等四種。以砂耕進行栽培，每盆播 5 粒種子，然後選留較整齊一致者 3 株爲材料。於處理銨養液前，每一基因型、每葉齡、每重複先清洗一盆(3 株)作爲未處理前之生長量數據，然後再進行銨養液之處理。每天每盆(高 17.5×直徑 12.8cm)澆 500ml 經修飾過的 Hoagland 營養液，其成分包括 100 mM $(NH_4^+)_2SO_4$、2.5 mM K_2SO_4、4.0 mM $MgSO_4$、1.0 mM KH_2PO_4、1.1 mM $CaCl_2 \cdot 2H_2O$、23 μM H_3BO_3、46 μM $MnSO_4$、15 μM $ZnSO_4$、16 μM $CuSO_4 \cdot 5H_2O$、0.8 μM Na_2MoO_4 和 100 μM Fe-EDTA (Handa et al. 1984)。以 KOH 調整其 pH 值至 6.5。經營養液處理 14 天後，進行清洗根，然後在 70℃烘乾機烘 24 hr 後，稱其整株乾物重。

經處理 14 天後之乾物重扣掉處理前之乾物重，即爲以 100 mM NH_4^+處理後所增加之乾物重，將所獲得數據，依裂區設計，株齡爲主區，基因型爲副區，四重複，進行變方分析、平均值顯著性比較與估算變異係數(CV%)；同時分析株齡與乾物重間之相關係數。

結　　果

本研究以四種個玉米自交系在不同株齡之幼苗經 100 mM NH_4^+-N 處理後，觀察發現 0 葉齡期(剛出土)，自交系 ICAL210 在第九天時呈現明顯抑制生長現象，而 ICAL210 和 TA85-17 則在第 14 天呈現凋萎，但 H95 及 A661 兩個自交系則生長良好。在 2 葉齡期處理時，ICAL210 在第 8 至 9 天時呈現明顯抑制生長現象，而 ICAL210 和 TA85-17 則在處理 14 天後開始有明顯凋萎出現，但 A661 及 H95 仍然生長良好。而在 4 與 6 葉齡期處理時，以 100 mM NH_4^+-N 處理 14 天後，四個自交系均沒有萎凋現象，僅 ICAL210 生長呈現較爲緩慢。不同株齡之玉米自交系經 100 mM NH_4^+-N 處理 14 天後，增加之乾物重經變方分析之結果顯示株齡間與基因型間皆達極顯著差異；而株齡與基因型之交感作用亦達顯著差異(表 1)。由乾物重的平均值加以比較(表 2)，顯示幼苗乾物重隨著株齡之增加而越重，經由株齡與乾物重之相關分析，發現其相關係數達極顯著($r = 0.84^{**}$)，顯然玉米幼苗株齡越大，其對銨(NH_4^+)之耐性越大。同一株齡內之自交系間相比較可看出不論 0、2、4 或 6 葉齡期，均以 H95 及 A661 乾物重較重，其次爲 TA85-17，最低者爲 ICAL210。亦即所使用的自交系種源不同，在高銨(NH_4^+)濃度下，其耐性的程度有極明顯的差異。另由不同株齡間之變異係數(CV%)加以比較，顯示以 2 葉齡期具有最大的變異係數，其次爲 0 葉齡期，而 4 葉齡期與 6 葉齡期則具有最小之變異係數。

試驗二除了使用 A661、H95、ICAL210 及 TA85-17 等四個自交系外，另增加 H95 ×PH9、TA85-17 ×H95、ICAL210 ×A661 及 TA85-17 ×A661 等四個單交種，處理的株齡期則分爲-2 (剛播種)、0 (剛出土，但葉片未展開)、2 葉齡(2 片葉子完全展開)及 4 葉齡(生長出 4 片葉子，並完全展開)。經 100 mM NH_4^+-N 處理 14 天後，觀察顯示於-2、0 及 2 葉齡期內不耐銨之基因型開始呈現萎凋現象，而在 4 葉齡期，基因型間也有明顯的差異出現。所獲得之乾物重經變方分析之結果顯示在株齡間、基因型間及株齡×基因型間之交感作用均達極顯著差異(表 3)。而由平均值的表現亦顯示隨著株齡的增加，其乾物重呈現漸增之趨勢，即表示株齡越大，其對銨的耐性增強；由直線相關分析顯示其相關係數達極顯著 (r = 0.76**)。另由基因型平均值加以比較，可看出以 A661、H95、H95 ×PH9 及 TA85-17 ×H95 四種基因型之乾物重較大，而 ICAL210 ×A661 和 TA85-17 ×ICAL210 表現次之，TA85-17 及 ICAL210 則具有最小之乾物重，亦即基因型間在 100 mM NH_4^+-N 下其耐銨性之程度有顯著差異存在(表 4)。以不同株齡間之變異係數加以比較，顯示在 2 葉齡期具有最大之變異係數，其次爲 0 葉齡期，再其次爲 4 葉齡期，最小者爲-2(剛播種)葉齡期。由上述兩個試驗之結果，可看出在 2 葉齡期進行耐銨之篩選，基因型間會顯示出最大之遺傳差異，爲玉米幼苗耐銨篩選之最適當時期。

表 1. 四個玉米自交系在四種不同株齡期以 100 mM NH_4^+ 處理後所獲幼苗全株乾物重變方分析之均方值

Table 1. ANOVA of total dry weight for four inbred lines of corn as treated with 100 mM NH_4^+ at four vegetative growth stages

Source	Df	Mean squares
Plant growth stage (P)	3	116.285**[z]
Block/ Plant growth stage (P)	12	0.750
Genotype (G)	3	31.474**
P×G	9	2.878*
E (b)	36	0.417

[z]*,** Significantly different at 0.05 and 0.01 probability, respectively.

表 2. 玉米自交系在不同株齡期以 100 mM NH_4^+ 處理後所獲幼苗全株乾物重之平均值

Table 2. Means of total dry weight (g/3 plant) for inbred line of corn as treated with 100 mM NH_4^+ at four vegetative growth stages

Genotype	Dry weight (g/plant) at different Plant growth stage[z]				Genotype
	0	2	4	6	$\bar{x}$
A661	1.35	2.64	6.98	7.92	4.72
H95	1.56	3.36	6.77	8.27	4.99
ICAL210	0.43	0.82	2.58	3.98	1.95
TA85-17	0.72	0.95	5.14	6.57	3.44
Plant growth stage $\bar{x}$	1.01	1.94	5.33	6.69	
CV(%)	49.60	61.20	35.20	30.70	

[z] Plant growth stage ：$LSD_{0.05}$ = 1.11; Genotype：$LSD_{0.05}$ = 0.77; Plant growth stage ×genotype：$LSD_{0.05}$ = 1.07

表 3. 八個玉米基因型在四種不同株齡期以 100 mM NH_4^+ 處理後所獲幼苗全株乾物重變方分析之均方值

Table 3. ANOVA of total dry weight for eight genotypes treatment at four differential leaves stage within 100mM ammonium concentration

Source	Df	Mean squares
Plant growth stage (P)	3	251.26**[z]
Block/Plant growth stage (P)	12	0.08
Genotype (G)	7	20.72**
P×G	21	7.34**
E(b)	84	0.08

[z] ** Significantly different at 0.01 probability level.

討　論

前人的研究已知玉米對於 NH_4^+-N 及 NO_3^--N 均能加以吸收及利用，同時玉米在蛋白質的合成利用上呈現 NH_4^+-N 比 NO_3^--N 具有較高的利用效能(Schrader et al. 1972)；玉米種質的不同，其對銨態氮的利用及其耐銨性也有程度上的差異存在(Handa et al. 1984；Wu et al. 1998)。而高濃度之 NH_4^+-N 會造成玉米生長量減少並產生毒害，可能與根系周圍的酸化，減少水分的吸收和根系碳水化合物之貯藏量減少有關(Givan 1979； Pill & Lambeth 1977； Salsac *et al.* 1987； Veen & Kleinendorst 1985)，或因 NH_4^+-N 阻礙呼吸作用中之電子傳遞，使 DPNH (diphosphopyridine nucleotide)氧化成 DPN 之過程無法順利進行所致(Vines & Wedding 1960；Wedding & Vines 1959)。

本研究以 100 mM NH_4^+-N 的濃度，並配合玉米不同生長株齡進行砂耕栽培 14 天後，分析其增加的全株乾物重與株齡間之相關性，結果為正相關，表示玉米幼苗對 NH_4^+-N 之耐受性，呈現隨著株齡之增加而增強，且不同基因型間之耐銨性也有明顯差異。與 Handa 等人(1984)及 Wu 等學者(1998)指出玉米不同基因型對 NH_4^+-N 的耐受性不同之結果相符合。另由各株齡期內基因型間之變異係數(CV%)的大小，可看出以 2 葉齡期具有最大之變異係數，其次為 0 葉齡期(玉米剛出土，但葉片尚未展開)。上述之結果得知要篩選玉米幼苗期之耐銨性以 2 葉齡期最為適當，其次為 0 葉齡期，可能係因 2 葉齡期時，正好是種子內胚乳所貯藏的營養物質供給幼苗生長的養分已耗盡，玉米幼苗必須仰賴根吸收外來之養分供其生長所需，此時期進行銨(NH_4^+)耐受性的篩選，較易顯出基因間對 NH_4^+-N 之耐性程度，故玉米幼苗期耐銨性之篩選以 2 葉齡期最為適當。

表 4. 八個玉米基因型在不同株齡期以 100 mM NH_4^+ 處理後所獲幼苗全株乾物重之平均值

Table 4. Mean value of total dry weight for eight genotypes of corn as treated with 100 mM NH_4^+ at four vegetative growth stages

Genotype	Dry weight (g/plant) at different Plant growth stage^z				Genotype
	-2	0	2	4	$\overline{x}$
A661	0.27	1.90	1.82	7.15	2.79
H95	0.31	2.10	2.50	7.90	3.20
H95×PH9	0.37	1.35	2.15	8.00	2.97
TA85-17×H95	0.55	1.54	2.19	10.22	3.63
ICAL210	0.28	0.52	0.73	2.42	0.98
TA85-17	0.29	0.55	0.74	3.91	1.37
ICAL210×A661	0.33	0.74	0.83	5.41	1.83
TA85-17×ICAL210	0.33	0.83	0.80	4.76	1.68
Plant growth stage $\overline{x}$	0.34	1.19	1.45	6.22	
CV(%)	26.55	51.90	53.80	40.95	

^z Plant growth stage：$LSD_{0.05}$ = 0.15; Genotype：$LSD_{0.05}$ = 0.20; Plant growth stage ×genotype：$LSD_{0.05}$ = 0.41

引用文獻

Aarnes, H., A. B. Eriksen, and T. E. Southon. 1995. Metabolism of nitrate and ammonium in seedlings of Norway spruce (*Picea abies*) measured by *in vivo* N^{14} and N^{15} NMR spectroscopy. Physiol. Plant 94:384-390.

Arnon, D. I. 1939. Effect of ammonium and nitrate nitrogen on the mineral composition and sap characterics of barley. Soil Sci. 48:295-306.

Bennett, W. F., J. Pesek, and J. J. Hanway. 1964. Effect of nitrate and ammonium on growth of corn in nutrient solution sand culture. Agron. J. 56:342-345.

Blackmer, A. M., and C. A. Sanchez. 1988. Response of corn to nitrogen-15 labeled anhydrous ammonia with and without nitrapyrin in Iowa. Agron. J. 80:95-102.

Chaillou, S., J. F. Morot-Gaudry, C. Lesaint, L. Salsac, and E. Jolivet. 1986. Nitrate or ammonium nutrition in french bean. Plant Soil 91:363-365.

Collver, G. W., and L. F. Welch. 1970. Toxicity of preplant anhydrous ammonia to germination and early growth of corn: II. Laboratory studies. Agron. J. 62:346-348.

Cooke, I. J. 1962. Damage to plant roots caused by urea and anhydrous ammonia. Nature 194:1262-1263.

Cramer, M. D., and O. A. M. Lewis. 1993. The influence of NO_3^- and NH_4^+ nutrition on the gas exchange characteristic of the roots of wheat (*Triticum aestivum*) and maize (*Zea mays*) plants. Ann. Bot.72:37-46.

Evans, H. J., and M. E. Weeks. 1947. The influence of N, K and Mg salts on the composition of burley tabacco. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 12:315-322.

Gill, M. A., and H. M. Reisenauer. 1993. Nature and characterization of ammonium effects on wheat and tomato. Agron. J. 85:874-879.

Givan, C. V. 1979. Metabolic detoxification of ammonia in tissues of higher plants. Phytochemistry 18:375-382.

Handa, S., D. M. Huber, H. L. Warren, and C. Y. Tsai. 1985. Nitrogen nutrition and N-assimilation in maize seedlings. Can. J. Plant Sci. 65:87-93.

Handa. S., H. L. Warren, D. M. Huber, and C. Y. Tsai. 1984. Nitrogen nutrition and seedling development of normal and opaque-2 maize genotypes. Can. J. Plant Sci. 64:885-894.

Lorenz, O. A., and L. M. Johnson. 1953. Nitrogen fertilization as related to the availability of phosphorus in certain California soils. Soil Sci. 75:119-129.

Pill, W. G., and V. N. Lambeth. 1977. Effects of NH_4^+ and NO_3^- nutrition with and without pH adjustment on tomato growth, ion composition, and water relation. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 102:78-81.

Qasem, J. R., and T. A. Hill. 1993. Effects of the form of nitrogen on the growth and nutrient uptake of tomato, groundsel and fat-hen. J. Hortic. Sci. 68(2):161-170.

Salsac, L., S. Chaillou. J.-F. Morot-Gaudry, C. Lesait, and E. Jolivet. 1987. Nitrate and ammonium nutrition in plants. Plant Physiol. Biochem. (Paris) 25:805-812.

Schrader, L. E., D. Domska, P. E. Jung, Jr., and L. A. Peterson. 1972. Uptake and assimilation of ammonium-N and nitrate-N and their influence on the growth of corn (*Zea mays* L.). Agron. J. 64:690-695.

Veen, B. W., and A. Kleinendorst. 1985. Nitrate accumulation and osmotic regulation in Italian ryegrass (*Lolium multiforum, Lam.*). J. Exp. Bot. 36:211-218.

Vines, H. M., and R. T. Wedding. 1960. Some effects of ammonia on plant metabolism and a possible mechanism for ammonia toxicity. Plant Physiol. 35:820-825.

Wedding, R. T., and H. M. Vines. 1959. Inhibition of reduced diphospyridine nucleotide oxidation by ammonia. Nature 184:1226-1227.

Wu,, H. R., G. J. Shieh, H. S. Lu, and C. Y. Tsai. 1998. Genotypic variations of maize seedlings in utilizing ammonium nutrition. Taiwania 43(4):261-272.

Xu, Q. F., C. L. Tsai, and C. Y. Tsai. 1992. Interaction of potassium with the form and amount of nitrogen nutrition on growth and nitrogen uptake of maize. J. Plant Nutr. 15:23-33.

Relationship between Seedling Stage and Tolerance to Ammonium in Maize [1]

Guang-Jauh Shieh[2,4], Wen-Long Tsaur[2], Chan-Lee Ho[2], King-Hsing Yang[2] and Hung-Shung Lu[3]

Summary

Shieh, G. J., W. L. Tsaur, C. L. Ho, K. H. Yang, and H. S. Lu. 2003. Relationship between plant growth stage and tolerance to ammonium of maize seedling. J. Agric. Res. China 52:130-135.

To evaluate the tolerance of maize inbred and hybrid to ammonium-nitrogen (NH_4^+-N), seedlings were grown in sand culture and supplemented with 100 mM NH_4^+ at different stages. Seedlings were harvested at 14 days after application of ammonium-nitrogen (NH_4^+-N) to determine the gross differences in total dry mass. The results showed that significant difference in genotype and plant growth stage were observed in seedling total dry weight in 100 mM NH_4^+-Ntrentment The tolerance to ammonium was increased with plant growth stages. There was a linear correlation between total dry weight and plant growth stages of maize seedling. The key stage for determining the tolerance to ammonium in mnige the seedling at the was 2 leaf stage.

Key word： Maize, Plant growth stage, Ammonium (NH_4^+) , Correlation

---

1. Contribution No.2155 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted : May 9, 2003.
2. Respectively, Associate Agronomist, Assistant Agronomist, Assistant Agronomist, Assistant Agronomist, Agronomy Division, TARI. Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Former Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI. Currently, Director of Miaoli DAIS, Miaoli, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, e-mail：x486045@wufeng.tari.gov.tw；Fax：(04)23302806.

中華農業研究(J. Agric. Res. China) 52:136~143 (2003)

不同品系仙草清除超氧陰離子自由基能力及其加工之研究[1]

羅淑卿[2,6]　胡敏夫[3]　洪千雅[4]　顏國欽[5]

摘　要

羅淑卿、胡敏夫、洪千雅、顏國欽。2003。不同品系仙草清除超氧陰離子自由基能力及其加工之研究。中華農業研究 52:136-143.

針對本所栽種之八個仙草品系，篩選出其清除超氧陰離子能力最高者，並開發仙草多元化利用之加工方法。其中以 T-1 品系(農試 1 號)之清除超氧陰離子能力爲最好，達 91.5％。以其進行仙草粉、仙草茶之研製，則以 100℃、3 分鐘殺菁條件所製得的仙草粉品質最佳，色澤上較爲翠綠，清除超氧陰離子能力也較高，達 66.6％。仙草曬乾本身具臭菁味及澀味，經烘焙後可製成無澀、香氣濃厚之仙草茶，其中以 120℃、4 小時烘焙成品較爲消費者所喜愛。清除超氧陰離子能力不隨烘焙溫度及時間的增加而降低，而酸鹼度會隨烘焙溫度及時間之增加而降低，但色澤則相反。以仙草粉作爲食品添加物，製成冰品、糕點、麵食，仙草茶熱飲、冷飲或製成果凍均能爲人們所喜愛。

關鍵詞：仙草、超氧陰離子、抗氧化能力。

前　言

仙草(*Mesona procumbens* Hemsl.)屬唇形科高經濟價值之特用作物。台灣栽培甚早，民間常以煎煮當涼茶飲用，清熱解渴；具特殊的多醣膠質(楊等 1982)，以乾草加水、鹼熬煮 2-3 小時，再參入澱粉可凝結成塊爲仙草凍，市售之仙草蜜即爲夏季消暑聖品；若加入澱粉於未冷卻凝結成塊時販售即爲燒仙草，此外，鮮作其他用途。近年來，人們生活水準提高，逐漸重視養生保健之道，因此，對抗老化、抗氧化之研究逢勃發展(高等 1998；陳等 1998)。據前人報告指出，仙草水萃取物具有良好之清除自由基及抗氧化之能力(Kazuki *et al.* 1996；Yen *et al.* 2000)，但傳統之仙草加入鹼之加工方式會使其清除自由基的能力明顯下降(顏等 1998；Lai *et al.* 2001；Yen *et al.*1982,2000)，爲改善上述加工之缺失，發展新的仙草食用及加工方法，以保留其特殊生理活性物質，而達到養生保健之目的。本所收集仙草地方

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2156 號。接受日期：92 年 4 月 25 日。
2. 本所農化組助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 本所農藝組副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
4. 私立中華醫事學院食品營養系講師。臺灣省　臺南縣。
5. 國立中興大學食品科學系教授。臺灣省　臺中市。
6. 通訊作者，電子郵件：shuchinl@wufeng.tari.gov.tw；傳眞機：(04)23302805。

品系多年，本試驗針對現有八個品系進行清除超氧陰離子能力之分析，以期挑選出抗氧化能力強，適合多元化加工利用之品系，以供農民種植。並嘗試仙草粉，仙草茶、糕點、冰品及米穀等有別於傳統之仙草加工品之試製，使仙草製品多樣化，增加消費者選擇性，進而提高農民與業者之收益。

材料與方法

供試仙草品種及農藝性狀調查

農試所栽種之八個品系仙草，包括 AC6、AC15、S7、AC12、T-1、S6、S2、78-S-1，收穫時進行單株總重及葉重之調查，以得之數據葉重除以全株總重即爲葉率。

殺菁條件之探討及仙草粉色澤之評估(林 1986)

爲保持仙草之翠綠，去除泥沙、蟲體等雜質，本試驗採熱水殺菁之方式進行。料水比爲 1：3(w/v)；溫度分別爲 60、70、80、90、100℃；時間分別爲 30 秒、1 分鐘、3 分鐘、5 分鐘。熱水殺菁後撈起以冰水冷卻，再以冷風吹乾後，以 50℃乾燥，磨粉後以色差儀(Model TC-I ,Tokyo Denshoku)測定其 Hunter L、a 值。

烘焙方法及茶湯水色之測定(阮等 1989；張 1994；陳等 1996；謝等 1985)

以烘箱(Shel-Lab 1370FD, Sheldon Manufacturing ,Inc.)烘焙乾燥仙草，溫度分別爲 80、100、120、140℃；時間分爲 2、4、6、8 小時。將烘焙好之仙草乾磨碎，製成 3g 茶包，以 300 ml 之 100℃沸水沖泡(沖泡時間爲 5 分鐘)後，濾出茶湯，經冷卻 30 分鐘後，直接於分光光度計在 420 nm 下測定其吸光値，比較不同處理間茶湯色度之差異。

化學成分分析

仙草粉 0.5 或 1 克，加 100 ml 之蒸餾水，攪拌隔夜，仙草乾稱取 1 克，沖入 100ml 之 100℃沸水仿製成仙草茶，待冷，過濾，所得濾液進行以下試驗：

清除超氧陰離子能力之測定法(Yen *et al.*1982)：取 1ml 之濾液，以 0.1 M 磷酸鹽緩衝液(pH 7.4)配製 60 μM phenazine methosulfate(PMS)、468 μM dihydronicotinamidadenin dinucleotide(NADH)及 150 μM nitroblue tetrazolium(NBT)溶液等體積均勻混合，在室溫下靜置 5 分鐘後，立即以分光光度計測其 560 nm 之吸光值。吸光值越低表示清除能力越強。

酚類物質含量之測定(Yen *et al.*1982)：取 0.2ml 之供試液，加入 4ml 之 2％碳酸鈉溶液，反應三分鐘後加入 0.2ml 之 50％Folin-Ciocalteau 試劑，振盪均勻後，反應 30 分鐘，於 750nm 下測定吸光值，結果以 mg/g 之 gallic acid 表示之。

研製多元化加工品與品評

利用多元化加工品之研製：仙草粉、仙草茶汁進行仙草多元化產品之開發，以其不同添加量(0.5~2％)添加於饅頭、糕點、冰淇淋及果凍中，作爲食品添加物、調味料、食品天然色素使用。

官能品評法(林 1986)：選農試所內 15 位以上熱心同仁進行仙草粉及仙草茶之試吃，每位品評員給不同處理之 1 克仙草粉及 50ml 之仙草茶，以順位試驗法品評，對製品外觀、色澤、香氣、風味、滋味分別評定排序(採 1-10 分制記分法，其標準爲 9-10 分：很好；7-8 分：好；5-6 分：可；3-4 分：差；1-2 分：很差)。對於研製成的果凍、仙草饅頭、糕點、冰品等，亦請品評員試吃，以檢視其加工適性。

試驗結果之統計分析

每一試驗均進行三重複，所得結果採用 Statistical Analysis System (1985)軟體進行變異數分析(ANOVA，Analysis of variance)與 Duncan's Multiple Range test 分析，以比較其之統計顯著性。

結 果

供試仙草品系特性之分析

仙草莖之清除超氧陰離子能力於 AC6、AC15、S7、AC12、T-1、S6 各品系間並無顯著差異，葉之清除超氧陰離子能力， 以 T-1 品系較優於其他品系(表 1)。

仙草殺菁條件之探討及清除超氧陰離子能力與多元酚含量之測定

殺菁溫度愈高及加熱時間愈長，則仙草粉之亮度與綠色值愈高，尤其以 100℃之各組品質較佳，在感官品評方面也呈現較醇厚之香味(表 2)。清除超氧陰離子能力及酚類化合物含量二者之間有著高度

表 1. 不同品系仙草之葉率及每克莖、葉部之清除超氧陰離子之能力

Table 1. Comparison of leaf-whole plant ratio and scavenging effects of stem and leaf in different hsian-tsao clones

Clone	Leaf/Whole plant (%)	Stem SE(%)[z]
AC6	30.3	92.3 a[y]
AC15	35.8	90.93 ab
S7	26.5	90.7 ab
AC12	36.0	90.2 ab
T-1	35.4	90.9 ab
S6	29.1	87.8 ab
S2	21.4	86.5 b
78-S-1	24.4	85.9 b

[z] SE(%)：Percentage of scavenging effect ＝100%×(abs. of control at 560nm － abs. of sample at 560nm)/(abs. of control at 560nm). Each value is the means ±standard deviation(n=3). Sample weight is one gram.

[y] Means in each column with the same letters are not significantly different by Duncan's multiple range test, 5% level.

表 2. 不同殺菁溫度及時間對仙草粉色澤、多元酚含量、清除超氧陰離子能力及感官品評鑑定之結果

Table 2. Effects of blanching temperature and time on color, polyphenol content, scavenging effect and sensory quality of hsian-tsao powder

Treatment	Hunter L	Hunter a	Polyphenol (mg/g)	SE (%)[y]	Aroma	Taste
Control	50.2 ± 0.01e[z]	-6.2 ± 0.1 e	37.0	61.1a	5.1	5.4
60℃ 30 sec	49.0 ± 0.6 f	-3.6 ± 0.2 d	14.8	31.9 b	5.2	5.4
60℃ 1 min	49.1 ± 0.7 f	-3.2 ± 0.3 dc	11.1	24.5 c	5.1	5.3
60℃ 3 min	48.6 ± 0.4 f	-1.5 ± 0.3 ab	9.2	14.7 cde	5.4	5.2
60℃ 5 min	46.8 ± 0.9 g	-1.0 ± 0.1 ab	9.7	19.1 cd	5.4	5.4
70℃ 30 sec	48.5 ± 0.3 f	-1.9 ± 0.1abc	9.2	16.6 cde	5.2	5.4
70℃ 1 min	48.6 ± 0.4 f	-1.4 ± 0.1 ab	8.7	12.1 de	5.4	5.3
70℃ 3 min	43.6 ± 0.4 j	-1.4 ± 0.2 ab	11.1	7.1 e	5.8	5.4
70℃ 5 min	43.1 ± 0.6 j	-0.6 ± 0.2 a	12.4	12.0 de	6.3	5.3
80℃ 30 sec	43.9 ± 0.8 j	-1.7 ± 0.8 ab	12.7	12.6 cde	6.3	5.6
80℃ 1 min	45.1 ± 0.5 i	-1.5 ± 0.3 ab	15.0	16.1 cde	7.1	5.6
80℃ 3 min	45.7 ± 0.3 ih	-1.7 ± 0.2 ab	25.7	35.8 b	7.5	6.0
80℃ 5 min	46.1 ± 0.4 h	-2.5 ± 0.1bdc	37.3	36.3 b	7.8	6.8
90℃ 30 sec	48.4 ± 0.8 f	-3.9 ± 0.5 ab	35.2	60.1 a	8.0	6.0
90℃ 1 min	48.7 ± 0.2 f	-6.7 ± 0.4 e	39.9	65.4 a	8.5	6.9
90℃ 3 min	53.1 ± 0.4 c	-8.7 ± 0.3 fg	45.6	67.9 a	8.8	7.4
90℃ 5 min	56.2 ± 0.3 b	-8.8 ± 0.4 fg	45.6	67.9 a	8.9	7.9
100℃ 30 sec	48.4 ± 0.4 f	-7.4 ± 0.2 ef	53.4	64.8 a	8.5	6.9
100℃ 1 min	52.0 ± 0.8 d	-7.4 ± 0.3 ef	52.2	66.9 a	8.9	8.0
100℃ 3 min	57.0 ± 0.4 a	-9.9 ± 0.2 g	46.9	66.6 a	9.1	8.2
100℃ 5 min	52.8 ± 0.1 c	-9.2 ± 0.4 g	40.7	61.7 a	9.0	8.2

[z] Means in each column fallowed by the same letters are not significantly different by Duncan's multiple range test, 5% level. Each value is the mean ±standard deviation(n=3).

[y] SE (%)：Percentage of scavenging effect (%) ＝100%×(abs. of control at 560nm － abs. of sample at 560nm)/(abs. of control at 560nm). Each sample contains 0.5 gram of powder. Sample weight is 0.5 gram.

正相關性(r=0.95)(圖 1)。爲考量清除超氧陰離子能力及節省能源、操作之便利，挑選 100℃、3 分鐘作爲製作仙草粉之殺菁條件。

不同烘焙溫度與時間對仙草品質的影響

仙草經烘焙後製成仙草茶，100℃、120℃各組在感官品評中有較高的評價，pH 值會隨加熱時間及溫度增加而呈現下降趨勢，在清除超氧陰離子能力方面，各處理間未呈現顯著性差異。

仙草多元化產品之開發研究

仙草粉利用於製作傳統糕點及麵包如蛋糕、麵包、餅乾、饅頭及餐包等，以 1%的添加量爲最適當。仙草乾破碎製成茶包沖泡或直接加水熬煮冰涼後，爲消暑解渴之熱飲或冷飲；仙草茶加食用膠製成仙草果凍，亦清涼爽口。

討　　論

進行供試八個品系抗氧化能力之分析，以篩選清除超氧陰離子最強之品系。仙草各品系之莖葉比不同，針對其莖葉分別進行清除超氧陰離子能力之測定，結果顯示：莖之清除超氧陰離子能力於 AC6、AC15、S7、AC12、T-1、S6 各品系間並無顯著差異($P>0.05$)(表 1)，清除超氧陰離子能力皆達 87%以上，而 S2、78-S-1 明顯較低於其他品系；葉之清除超氧陰離子能力方面， T-1 品系較優於其他品系(AC6、AC15、S7、AC12、T-1、S6、 S2、78-S-1 清除超氧陰離子能力分別爲 89.2、89.5、88.3、88.2、91.5、90.0、90.6、90.6%)(胡等 2000)。另外於葉率以 AC15、AC12、T-1 品系較高，單位面積產量又以 T-1 品系最高，因此，以下實驗均以 T-1 爲試驗品系。

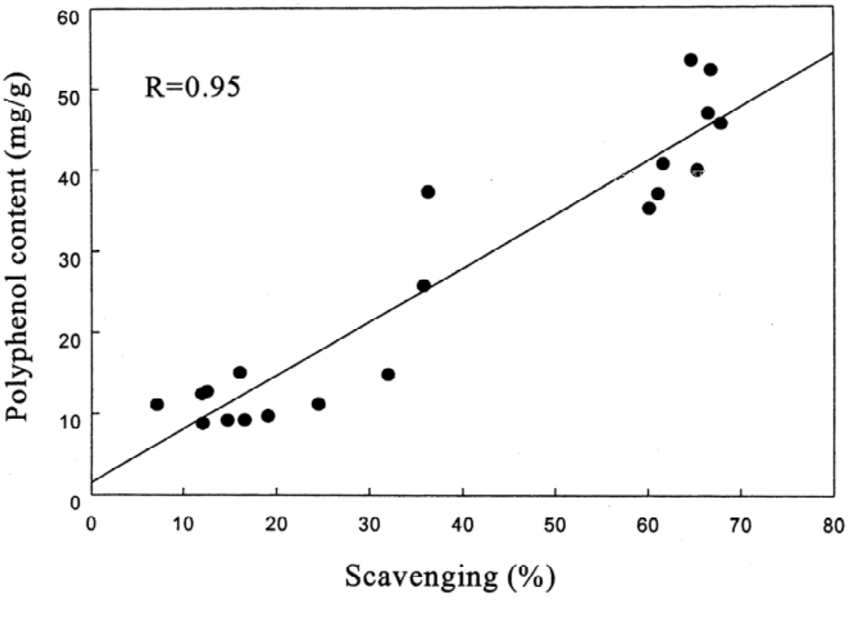

圖 1. 不同殺菁溫度及時間對仙草粉清除超氧陰離子能力及多元酚含量之相關性。

Fig 1. Correlation between scavenging effect and polyphenol content of hsian-tsao powder.

依據材料與方法之殺菁條件以熱水殺菁結果顯示：新鮮仙草經熱水殺菁後，立即以冰水冷卻，但在60-80℃之溫度及30秒至5分鐘加熱之各組，仍會在冰水冷卻撈起晾乾時葉片逐漸轉變爲褐色，似焦化，尤其是加熱溫度70、80℃之各組，葉體表面並無因熱造之變傷破損，所製成的仙草粉亮度值較其他組數值爲低，原因初步判斷爲此溫度熱能適可破壞葉體組織，促使過氧化酵素作用造成褐變，組織內部逐漸黃焦化，熱水之熱能所給予之建設小於其內因性之破壞，造成葉體且呈黃褐色不討人喜歡；而90℃、100℃之各組在加冷卻熱後，葉體呈現持續翠綠，高溫加熱時間愈長則仙草粉之亮度與綠色值愈高，推測高溫促使組織內之過氧化酵素及褐變酵素受熱破壞，蛋白質變性無法作用，因此仙草之翠綠得以保存下來，磨製成的仙草粉亮度及綠色度皆高，尤其以100℃之各組品質較佳(表2)。由於仙草粉研製方向爲製出鮮綠色之成品，因此表中只顯示其L及a值。在仙草粉感官品評方面，殺菁溫度愈高在仙草粉色澤方面呈現愈亮麗的顏色，尤其是 100℃之各組。在香氣方面，60℃之各組仙草原味保持下來，聞起來有清新的青草味，入口則有臭菁味而難以下嚥；隨殺菁溫度愈高臭菁味逐漸減少，以100℃之各組幾乎不呈現青草之菁味，而呈現醇厚之香味(表2)。

將不同殺菁處理仙草粉，作清除超氧陰離子及多元酚含量之測定以確立最適當之殺菁條件，結果顯示：清除超氧陰離子之能力較低之組別，恰爲褐變程度較爲嚴重之組別，且其多元酚含量也較低(表2)，而清除超氧陰離子能力及酚類化合物含量二者之間有著高度正相關性(r=0.95)(圖 1)，顯示仙草酚類化合物質具有清除超氧陰離子的能力，若褐變反應消耗仙草之酚類化合物，則清除超氧陰離子之能力降低。而90℃及100℃之各組清除超氧陰離子能力之測定皆達60%以上，尤其以100℃、1分鐘 、3分鐘及5分鐘之各組較其他組爲高且呈顯著差異($p<0.05$)。

而100℃、5分鐘此組雖然在a值與100℃、3分鐘此組並無顯著差異，但5分鐘之加熱時間卻使葉片呈軟爛現象，在撈起晾乾過程易傷害其葉片之完整而造成操作時之損失，因此考量清除超氧陰離子能力及節省能源、操作之便利，故挑選100℃、3分鐘作爲製作仙草粉之殺菁條件。

一般認爲仙草採收曬乾後經過一段時間貯藏會使風味較濃厚，惟貯藏不當，如濕度過高易發霉，出現霉味難以入口，影響人體健康。烘焙可以降低仙草乾水份含量以利貯藏，並去除不良菁味賦予宜人的焙火香，提高其風味及品質(張 1994)。

新鮮仙草曬乾後以不同之溫度與時間烘焙完成後，在外觀上各處理均無炭化情形發生，沖泡成仙草茶，其品質經儀器及感官品評鑑定結果如表3。由表中顯示80℃、8小時以內及100℃烘焙2小時以內，茶湯色澤爲金黃色，變化不大，隨烘焙溫度提高，色澤轉爲黃褐，逐漸加深爲褐色，至140℃、4小時轉爲紅褐色（類似紅茶之顏色）。

在風味方面80℃、8小時以內及100℃、2小時，菁味及苦澀漸漸減弱，隨之溫度再升高，加熱時間再拉長而逐漸有醇厚之香味，在120℃、4小時者整體風味最順口，再提高加熱溫度至140℃，加熱4小時內，卻呈現如麥茶之風味，喜好者亦不少，尤其以年輕人爲最多。140℃、8小時則出現焦味。

烘焙能使茶湯呈現多種風味，在感官品評中給予100℃、120℃各組較高的評價；若焙火味太重如140℃之各組，較不爲品評員接受；而80℃、2-4小時各組保留較多的菁味，但受部分品評員喜好，大部分爲家庭主婦，認爲具菁味才像退火之青草茶；而較年輕的品評員則喜好焙火味重之120℃、6-8小時、140℃、2-4小時各組，評語爲類似麥茶、口味重。整體而言以120℃、4 小時得分數最高，最爲一般大眾所接受喜愛。在茶湯顏色方面，隨加熱時間及溫度的增加，由金黃漸加深爲紅褐色，至 140℃之各組，呈現類似紅茶之紅褐色；但pH值隨加熱時間及溫度增加而有呈現下降趨勢，此與茶葉有相同結果(陳等 1996)。在清除超氧陰離子能力方面，各處理間未呈現顯著性差異，表示清除超氧陰離子能力並不隨溫度之升高或加熱時間增長而有變化。以迴歸分析發現仙草茶之多酚類含量與清除超氧陰離子能力的相關性並不如仙草粉之高(r=0.66)，研判熱水沖泡可浸出部分具有化解或抑制自由基形成之非多酚類物質，如植體內之抗氧化酵素群，超氧岐化酶(superoxide dismutase)、觸酶(catalase)等，或是抗氧化物質，如生育醇(tocopherol)、抗壞血酸(ascorbate)等，至於爲何種物質所造成之貢獻，則必須作進一步探討。

傳統仙草凍：取烘焙過之仙草乾依傳統製法加鹼熬煮，以此鹼萃取液作仙草多元化產品之製造，成品會因仙草本身香氣不強烈易被覆蓋，製出之仙草茶蛋、皮蛋等成品呈現濃厚蛋味而缺少仙草之清香；製成冰品則因其黑色致使成品色澤偏向暗沈，難爲品評員所接受。因此，利用傳統之仙草鹼萃取液作爲多元化產品之開發，似不可行；但若製成市售之仙草凍，則發現較未烘焙過所製成之產品有較濃厚之仙草味。

仙草粉之應用：將仙草粉添加於冰淇淋原料中，可製成具仙草味及色澤翠綠之仙草冰淇淋；若以仙草粉調製果凍，則因本身的菁味過重，成品不易被接受。仙草粉利用於傳統糕點及麵包如蛋糕、麵包、餅乾、饅頭及餐包等製作，初步試驗結果以 1%的添加量爲最適當，不致影響麵糰之筋性，多則干擾麵糰筋性之成形，少則顯現不出仙草之色澤及風味。仙草粉之香氣不強，雖易被其他味道如蛋味、油味蓋掉，但其成品風味及色澤仍能爲品評員所接受。

經烘焙仙草乾之應用：以 120℃、4 小時烘焙之仙草乾切碎，包裝成袋茶(每包 3 克)可直接沖泡飲用。將仙草乾直接加水熬煮製成仙草茶冰涼後，爲消暑解渴之清涼飲品；仙草茶加食用膠製成仙草果凍，亦清涼爽口，均爲眾人所喜愛。

本研究的目的爲擬由供試品系中，篩選出清除超氧陰離子能力較高之品系，提供仙草產品多元化之原料，增加消費者選擇性。本試驗結果顯示 T-1 品系清除自由基之能力最高，以其爲做仙草粉及仙草多元化產品之研發，則以 100℃、3 分鐘之殺菁條件所製成仙草粉最爲翠綠；而以 120℃、4 小時烘焙之仙草茶最受歡迎。仙草具有保健的功效，近年來國人健康意識抬頭，多開發並保留其功能之產品，爲未來研究之方向。

表 3. 不同烘焙溫度及時間對仙草茶品質官能鑑定、茶湯 pH、多元酚含量及清除超氧陰離子能力之結果

Table 3. Effects of roasting temperature and time on the quality characteristics scavenging effect and polyphenol content and sensory quality of hsian-tsao tea

Treatment	Flavor[z]	Color[y]	pH	Polyphenol (mg/g)	SE (%)[x]
Control	4.4 ±1.6	0.3 ±0.1	5.3 ±0.4	43.6 ±2.8	84.6 ±2.9 a
80℃-2 hrs	5.0 ±1.4	0.3 ±0.1	5.4 ±0.3	40.9 ±3.4	84.1 ±1.5 a
80℃-4 hrs	4.9 ±1.4	0.3 ±0.1	5.4 ±0.3	45.7 ±2.4	83.7 ±1.6 a
80℃-6 hrs	4.9 ±1.5	0.2 ±0.1	5.3 ±0.4	44.8 ±35	84.5 ±2.0 a
80℃-8 hrs	4.9 ±1.6	0.3 ±0.1	5.3 ±0.3	44.8 ±2.4	83.4 ±1.6 a
100℃-2 hrs	5.1 ±1.3	0.3 ±0.1	5.4 ±0.3	45.2 ±2.3	83.4 ±1.9 a
100℃-4 hrs	5.5 ±1.4	0.3 ±0.2	5.4 ±0.3	43.1 ±3.4	84.1 ±2.1 a
100℃-6 hrs	5.1 ±1.5	0.3 ±0.2	5.2 ±0.4	47.1 ±1.3	84.5 ±1.2 a
100℃-8 hrs	6.0 ±1.2	0.3 ±0.1	5.2 ±0.3	43.2 ±2.5	84.4 ±1.6 a
120℃-2 hrs	6.1 ±1.8	0.3 ±0.2	5.2 ±0.3	49.0 ±1.4	85.6 ±2.7 a
120℃-4 hrs	6.2 ±1.9	0.3 ±0.1	5.2 ±0.3	53.4 ±1.5	84.9 ±2.8 a
120℃-6 hrs	6.2 ±1.3	0.3 ±0.2	5.1 ±0.3	47.8 ±3.4	84.4 ±1.3 a
120℃-8 hrs	6.1 ±1.5	0.4 ±0.2	5.1 ±0.3	48.6 ±5.4	83.5 ±1.5 a
140℃-2 hrs	5.3 ±1.4	0.4 ±0.1	5.1 ±0.3	51.2 ±5.1	83.2 ±2.7 a
140℃-4 hrs	5.1 ±1.4	0.6 ±0.2	5.0 ±0.4	47.4 ±7.6	84.9 ±2.3 a
140℃-6 hrs	5.1 ±1.8	0.6 ±0.3	4.9 ±0.3	53.8 ±5.9	83.2 ±3.1 a
140℃-8 hrs	5.0 ±1.7	0.6 ±0.3	4.9 ±0.4	48.8 ±2.6	83.9 ±2.9 a

[z] Each value is the mean ±standard deviation(n=15).

[y] Color expressed as absorbance at 420nm. Each value is the mean ±standard deviation(n=3)

[x] SE (%)：Percentage of scavenging effect (%) ＝100％ ×(abs. of control at 560nm －abs. of sample at 560nm)/(abs. of control at 560nm). Sample weight is one gram. Means in each column with the same letters are not significantly different by Duncan's multiple range test, 5% level.

誌 謝

本試驗承行政院農業委員會補助部份經費，文稿蒙本所農化組廖慶樑組長斧正，謹致由衷之謝忱。

引用文獻

阮逸明、張如華、張連發。1989。不同烘焙溫度與時間對包種茶化學成分與品質之影響。臺灣茶業研究彙報 8:71-82。

林麗芳。1986。殺菁條件對棠梨果汁品質的影響。中國園藝 32:252-259

胡敏夫、劉新裕、羅淑卿、盧煌勝。2000。仙草新品種農試 1 號之育成。中華農業研究 49(1):12-25。

高馥君、李敏雄。1998。食品保存與抗氧化劑。食品工業月刊 30(12):17-24。

張如華。1994。茶葉之加熱處理--焙火。科學與技術 26(1):43-51。

陳清泉、尤新暉、孫智斌、陳竹青。1996。焙火條件對烏龍茶茶湯品質之影響。食品科學 23:308-319。

陳清泉、施玲玲、程竹青.1996。萃取溫度與時間對烏龍茶湯多元酚含量、組成及官能品質之影響。食品科學 23:285-298。.

陳惠英、顏國欽。1998。自由基、抗氧化防禦與人體健康。中華民國營養學會雜誌 23:105-121。

楊啓春、陳理宏、呂政義。1982。仙草凍凝膠機構之研究--以不同乙醇濃度沉澱仙草多醣膠質之凝膠性及其醣成分之組成。食品科學 9:19-26。

謝寶全、鄧德豐。1985。低鹽醱酵食品之製造研究 第五報 混合不同菌種米麴及抗氧化劑對試釀味噌之影響。食品科學 12:130-136。

顏國欽、洪千雅。1998。加工處理條件對仙草抗氧化之影響及其應用。P.166-179。食品科技研發成果彙編。食品工業研究所。

Kazuki, H., Shinichi, K., Michio, Y., 1996. Natural antioxidants and active oxygen removers in food cosmetics, and pharmaceuticals. Chem. Abstr. 124:200690r.

Lai, L. S., S. T. Chou, and W.W. Chao. 2001. Studies on the Antioxidative Activities of Hsian - tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.) Leaf Gum. J. Agric. Food Chem. 49: 963-968.

Yen, G. C., and C.Y. Hung. 2000, Effects of alkaline and heat treatment on antioxidative activity and total phenolics of extracts from Hsian–tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.). Food Res. Int. 33:487-492.

Studies on the Superoxide Scavenging Activity and Products Processing of Different Clonal Hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.)

Shu-Chin Lo[2,6], Min-Fu Hu[3], Chien-Ya Hung[4] and Gow-Chin Yen[5]

Summary

Lo, S. C., M. F. Hu, C. Y. Hung and G. C. Yen. 2003. Studies on the superoxide scavenging activity and products processing of different clonal hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.). J. Agric. Res. China 52: 136-143

For increasing the utilization of Hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.), eight lines selected by Taiwan Agricultural Research Institute were evaluated for their activity in superoxide scavenging. Among them, the T-1 Clone (TARI No.1) was found to be the best one with the scavenging activity of 91.5%. The optimal processing procedures including blanching and roasting conditions for producing high quality Hsian-tsiao powder and Hsian-tsiao tea were tested. Blanching at 100 °C for 3 minutes resulted in high quality of Hsian-tsiao powder, which is bright in color and with greater scavenging effect activity for superoxide. Roasting, usually used for improving the aroma and taste of tea, at 120 °C for 4 hours resulted in less puckery and promoted aroma favorably received by the consumer panel. The increase of temperature and time did not decrease with its activity of superoxide scavenging effect, whereas it increased with decrease of acidity. We also found that the consumer panels would favorably receive ice cream, cake, and noodle with approximately 1% Hsian-tsiao powder as additional component. In addition, a high rating was also given to different kinds of Hsian-tsiao tea and its jelly-type dessert by the consumer panel.

Keyword： Hsian-tsao *(Mesona procumbens Hemsl.)*, Superoxide, Antioxidant activity.

---

1. Contribution No.2156 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted : April 25, 2003.
2. Assistant researcher, Agricultural Chemistry Division, TARI, Wufeng, Taichung Taiwan, ROC.
3. Associate researcher Agronomist, Agronomy Division, TARI, Wufeng, Taichung Taiwan, ROC.
4. Lecturer, Department of Food and Nutrition, Chung Hwa College of Medical Technology, Tainan Taiwan,ROC.
5. Professor, Department of Food Science, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.
6. Corresponding author, e-mail：shuchinl@wufeng.tari.gov.tw ; Fax：(04)23302805.

中華農業研究(J. Agric. Res. China) 52:144~152 (2003)

利用 RAPD 技術分析桃種原親緣關係 [1]

溫英杰 [2,4]　許財誠 [3]

摘　要

溫英杰、許財誠。2003。利用 RAPD 技術分析桃種原親緣關係。中華農業研究 52：144-152。

利用 RAPD 技術對 29 個桃品種進行遺傳相似度分析，篩選出 35 條隨機引子共擴增 305 條條帶，其中多態性條帶 229 條占 75.1%。群集分析結果，29 個試驗品種共分爲七群，其中來自巴西、美國、華南的桃種原與矮性桃各自聚爲一群，華中桃與日本桃種原另成一群，雞珍桃與離核晚桃則各自成爲一群，顯示日本桃品種可能源自大陸華中地區。在所分析的品種中，遺傳相似度係數介於 0.73-0.93 之間，Flordabelle 和 Flordagrande 的遺傳相似度係數達 0.96，顯示兩品種之親緣關係最近，雞珍桃與其餘試驗品種的遺傳相似度係數爲 0.73，與其他品種的親緣關係最遠。

關鍵詞：桃、種原、逢機增殖多型性 DNA。

前　言

桃(*Prunus persica* (L.) Batsch.)爲薔薇科(Rosaceae)重要果樹，起源於中國大陸，是世界上第六大果樹產業，次於柑桔、葡萄、香蕉、蘋果和梨，栽培面積 175 萬公頃，年產量約爲 1320 萬公噸，是廣受消費大眾歡迎的水果。桃經過長久的自然演進，演化出豐富的遺傳多樣性，經過人爲的選拔，形成眾多的品種和類型，已知的品種超過 3000 種。以果實的形狀區分，除了常見的普通桃外，還有果皮光滑無毛的油桃及扁平的蟠桃，果肉顏色有白色、黃色和紅色。以樹形區分，有常見的普通型，直立型，垂枝型和矮性型等。以往的分類方法，多以外表型態、用途和分布特徵等爲依據，常有同名異物或異名同物的現象發生。例如大陸與台灣各地都對果頂有尖狀突出的桃子叫做鶯歌桃或鶯嘴桃，此一情況對引種、種原保存及評估都會產生困擾。1990 年美國杜邦公司的研究小組 Williams 提出了一種隨機擴增多型性 DNA(random amplified polymorphic DNA，簡稱 RAPD)分子標記技術， 由於此技術具有檢測 DNA 多型性的獨特方式，以及快速和簡便等特點，所以很快地應用在許多關於基因組的研究(Williams *et al.* 1990)。RAPD 是根據 DNA 聚合酵素連鎖反應(polymerase chain reaction, PCR)，以人工隨機合成的 DNA 分子作引子(primer)，將取自組織中的基因組 DNA 爲模板，經過 PCR 反應器，進行多型性 DNA 片段的隨機合成。如果引子與某一片段的模板 DNA 具有互補核甘酸序列，則該引子就會結合到單鏈

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2157 號。接受日期：92 年 4 月 28 日。
2. 本所作物種原組副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 本所作物種原組前計畫助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
4. 通訊作者，電子郵件：icwen@wufeng.tari.gov.tw；傳眞機：(04)23331673。

的 DNA 上去，如此可以對整個基因組 DNA 進行多型性分析，可用尋找特定基因標誌，以及用於種和品種的演化、分類和鑑定等。

由於進行 RAPD 分析時可用引子數目很多，雖然對每一引子檢測基因組 DNA 多型性的區域有限，但如果利用一系列引子，則可使檢測的區域能觸及整個基因組。利用不同的引子進行 PCR 反應，能獲得不同長度的 DNA 片段，這些 DNA 片段可作爲鑑定不同分類等級的分子性狀，根據電泳譜條帶的差異，可以計算遺傳距離或相似系數，建立譜系關係樹狀圖，用來鑑別它們的差異程度及親緣關係。

由於不同的分子標記可以在不同的類群中產生獨特的帶型，或者得到種或種以上分類等級特異性的帶，因此 DNA 分子標記用於種級的分類的研究越來越多，國內利用此一技術來鑑定種原親緣關係的作物有百合(李 1997)、花生(范等 1999)、番椒(王等 1997；林 1998)及火鶴花(王等 2001)等，木本作物則尙少見報告。在其它國家方面，則有許多報導，Lanham & Brennan 曾對樹莓三個種的 37 個個體進行 RAPD 分類(Lanham & Brennan 2001)，至於在品種、品系間已進行分類鑑定的有蘋果(Harada *et al.* 1993；Koller *et al.* 1993)、梨(Botta *et al.* 1998；Oliveira *et al.* 1999)、桃(楊等 2001；程等 2001；Chaparro *et al.* 1994；Quarta *et al.* 2000；Warburton & Bliss 1996.)、李(Bellini *et al.* 1998)、柿(羅等 1998)、栗(Botta *et al.* 1999)、仁用杏(Bartolozzi *et al.* 1998)、芒果(鄧等 1999；Schnell *et al.* 1995)、枇杷(潘等 2002)、荔枝(Anuntalabhochai *et al.* 2002)、葡萄(Fanizza *et al.* 1999；Moreno *et al.* 1995；Qu *et al.* 1996)、胡桃(Nicese *et al.* 1998)、木瓜(Sondur *et al.* 1996；Stiles *et al.* 1993)、香蕉(Damasco *et al.* 1996)、橄欖(Wiesman *et al.* 1998)、酪梨(Fielder *et al.* 1998)等，此說明 RAPD 技術已在許多種果樹上得到廣泛的應用。

農業試驗所羅娜種原保存園收集及保存桃種原超過 300 種，來自其他國家的桃種原與本省早年自華南地區引進的桃品種，彼此的遺傳相似性有待明瞭，以作爲育種及種原核心保存之參考，是爲本試驗之目的。

材料與方法

植物材料

由農試所羅娜種原保存園、台大梅峰山地實習農場及武陵農場選取供試種原 29 種，其來源及部分特性詳如表 1。

DNA 之抽取方法

從不同植株採取新鮮的嫩葉 0.1~0.2g，利用液態氮脫水乾燥，再研磨成粉末。加入 65℃ DNA 萃取緩衝液(100mM Tris-HCl，pH8.0；20mM EDTA；1.4M NaCl；2%(w/v) CTAB；1%(v/v) PEG6000；0.5%(v/v) 2-Mercaptoethanol)600 μl，輕輕混勻後，置於 65℃水浴鍋中 30min，取出靜置至室溫。加入 600 μl chloroform-isoamyl alcohol(24：1，v/v)，混勻，以 9000rpm (MICRO 240A，Denville Scientific Inc.)離心 10min。取上層液至新的微量離心管中，加入 400 μl 的異丙醇，混勻，以 9000rmp 離心 10min。去上清液，加入 1ml 的 washing buffer (76%(v/v) ethanol；10mM ammonium acetate)清洗沈澱物，9000rmp 離心 10 分鐘。去上清液，沈澱物以眞空乾燥之。沈澱物溶於 50 μl.TE.緩衝液(10mM Tris-HCl，pH7.4；1mM EDTA)中，加入 RNaseA，使其最後濃度爲 50mg/ml，於 37℃下反應 1hr。將 DNA 稀釋 100 倍，利用光電比色計測定 OD_{260} 的吸光値，計算 DNA 的濃度。

聚合酵素連鎖反應(Polymerase Chain Reaction，PCR)與電泳分析

以 50 ng 的 genomic DNA 當模板，在總體積 25 μl 反應溶液中進行聚合酵素連鎖反應。其溶液中另含有 10 mM Tris-HCl，pH9.0；50mM KCl；0.1% Triton X-100；2.5mM $MgCl_2$；200mM dNTP (dATP，dCTP，dGTP，dTTP)；0.2mM 引子(primer)及 0.5unit Taq DNA polymerase，引子採用 Operon kit (Operon kit : OPAA-OPAE, OPB, OPD, OPE, OPG, OPH 及 OPI)，並在溶液上層加入 50 μl 左右的礦物油，置入 DNA 熱循環儀(STRATAGENE, RoboCycler Gradient 96 Temperature Cycler) 中。反應溫度條件爲 94℃

3min→36℃ 1min20sec→72℃ 1min20sec，當第一個循環(cycle)；再以 94℃ 1min→36℃ 1min20sec→72℃ 2min20sec，進行 44 個循環，反應完成時自動保存於 4℃恆溫槽中。

取 12 μl 經聚合酵素連鎖反應增殖的 DNA，加入 1 μl 稀釋 6 倍電泳指示液(loading dye,30% Glycerol；0.025% Bromophenol blue)，以 2% 瓊脂膠體(Agarose, Boehringer Mannheim GmbH Germany)進行電泳，時間約 25min，結束後用 0.5mg/ml ethidium bromide 染色 20-30min，於 UV 燈下觀察膠體 DNA 多型性片段，照相及貯存影像于 Kodak Digital Science ID Image Analysis(Eastman Kodak Co.)影像分析系統，進行資料比對分析。

資料分析

依 Jaccard 所提之相似度計算公式計算各族群間的相似度(Jaccard 1901)，其公式如下：Nab/ (Na+ Nb-Nab)，其中 Na 是樣本 a 的條帶數，Nb 是樣本 b 的條帶數，Nab 是樣本 a 和 b 共有的條帶數。依此法將所有樣本間兩兩的相似度計算出。並利用 NT-SYS 軟體所提供的未加權平均法(unweighted pair group method with arithmetic mean, UPGMA)(Rohlf 1997)來計算其放大 DNA 片段相似性，及建立其親緣關係圖。

表 1. 試驗所用桃品種特性及來源

Table 1. The origin and characteristics of peaches used for experiment

No.	cultivar	Chilling requirement	Flesh color[z]	Tree size	Original country
1	Tutu	Low	W	Normal	Brazil
2	Premier	Low	W	Normal	Brazil
3	Talisma	Low	W	Normal	Brazil
4	Alo Doyura	Low	W	Normal	Brazil
5	P112	Low	W	Normal	U.S.A.
6	Flordaprince	Low	Y	Normal	U.S.A.
7	Flordabelle	Low	Y	Normal	U.S.A.
8	Flordagrande	Low	Y	Normal	U.S.A.
9	TropicBeauty	Low	Y	Normal	U.S.A.
10	TropicSnow	Low	W	Normal	U.S.A.
11	TropicSweet	Low	Y	Normal	U.S.A.
12	Red Heaven	High	Y	Normal	U.S.A.
13	Zoritto	Low	Y	Dwarf	U.S.A.
14	Swatow	Low	W	Dwarf	China
15	Chi ChenTao(雞珍桃)	Low	W	Normal	Taiwan
16	Ing Go Tao(鶯歌桃)	Low	W	Normal	Taiwan
17	Fu Chou Da Tao(福州大桃)	Low	W	Normal	China
18	Shan Yueh Tao(三月桃)	Low	W	Normal	Taiwan
19	Szu Yueh Tao(四月桃)	Low	W	Normal	Taiwan
20	Chao Tien Tao(早甜桃)	Low	W	Normal	China
21	Te An Bai Tao(德安白桃)	High	W	Normal	China
22	Shenzhou Sui Mi(深州水蜜)	High	W	Normal	China
23	Shanhai Sui Mi(上海水蜜)	High	W	Normal	China
24	Hua Hsien Sui Mi Tao(華仙水蜜桃)	Low	W	Normal	China
25	Nakatsu Hakuto(中津白桃)	High	W	Normal	Japan
26	Odama Hakuho(大玉白鳳)	High	W	Normal	Japan
27	Aki Hakuto(秋白桃)	High	W	Normal	Japan
28	Sunago Wase(砂子早生)	High	W	Normal	Japan
29	Li Ho Wan Tao(離核晚桃)	Low	W	Normal	Taiwan

[z] Y=yellow;W=white.

結　果

DNA 抽取及純化

木本作物因二次代謝物多，其 DNA 的抽取及純化較難。桃因單寧、多糖體、酚類及色素較多，DNA 抽取更爲困難，其中酚類氧化後與 DNA 緊密結合，純化難度也較高(郭等 2002)。在試驗過不同時期及不同部位組織的 DNA 抽取率後，結果以春天剛萌芽之嫩葉 DNA 抽取百分率最高，純化也較容易。DNA 的抽取採用修正過之 CTAB 法，所得的 DNA OD_{260} 値在 1.84 以上。

RAPD 分析

以 Operon kit 220 條逢機引子(Operon kit : OPAA-OPAE, OPB, OPD, OPE, OPG, OPH 及 OPI)篩選試驗材料，得到 35 個引子對試驗材料之 DNA 可呈現多型性且再現性較爲良好(OPAA3, OPAA14, OPAA19, OPAB3, OPAB9, OPAB18, OPAC4, OPAC7, OPAC12, OPAE14, OPAE15, OPB5, OPB7, OPB12, OPB18, OPD2, OPD5, OPD11, OPE18, OPE20, OPG2, OPG5, OPG6, OPG14, OPG16, OPG17, OPH3, OPH8, OPH12, OPH18, OPH19, OPI3, OPI6, OPI7, OPI9)。由此 35 個引子所獲得的 RAPD 產物在電泳膠片上總共產生 305 個可辨識之條帶，其中 229 條多型性條帶，占 75.1%。每個逢機引子擴增的 DNA 條帶數在 4-14 條之間，條帶大小介於 236 bp 至 2814 bp 。OPH12 引子擴增的 RAPD 產物圖譜如圖 1。OPAA3 經 PCR 反應結果，其中一個 RAPD 片段(bp705)爲雞珍桃品種標誌之特定條帶(圖 2)

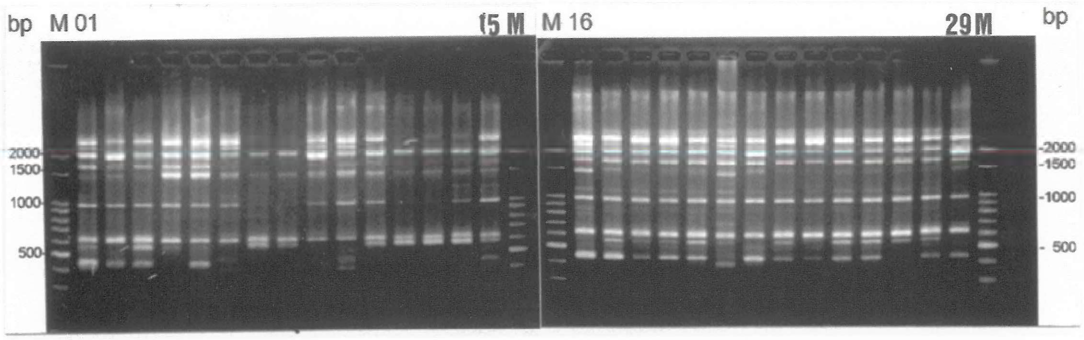

圖 1. 以 OPH12 爲引子之 29 個桃品種 RAPD 圖譜。

Fig. 1. RAPD Patterns of 29 varieties of peach obtained with primers OPH12. Numbers at top refer to the number column in Table1. M= molecular weight marker.

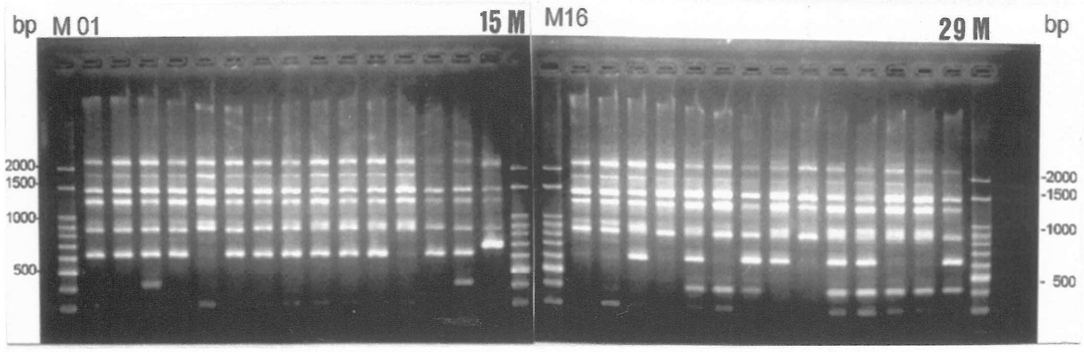

圖 2. 以 OPAA3 爲引子之 29 個桃品種 RAPD 圖譜。

Fig. 2. RAPD Patterns of 29 varieties of peach obtained with primers OPAA3. Numbers at top refer to the number column in Table1. M= molecular weight marker.

親緣關係分析

將篩選得到的 35 條逢機引子其 RAPD 產物產生之 305 個可辨識之條帶，進行未加權平均法(unweighted pair group method with arithmetic mean, UPGMA)群集分析，並以 Jaccard's 相似度係數分析，來估算試驗品種間之遺傳相似係數。再以相似度係數矩陣(similarity coefficient matrix)繪製相似度樹狀圖(dendiagram)，相似度越高代表親緣關係越近。分析結果 29 個桃種原可分爲七群：來自巴西的 Tutu, Premier, Tailisma, Alo Doyura 爲第一群。第二群包括 P112, Flordaprince, Tropicsweet, Tropicbeauty, Flordabell, Flordagrande, Tropicsnow, Red Heaven 皆爲引自美國的品種。矮性桃 Zoritto 和 Swatow 構成第三群。第四群爲台灣早年自華南引進之桃品種，有鶯歌桃、福州大桃、華仙水蜜桃、四月桃。第五群由三月桃、早甜桃、德安白桃、深州水蜜、上海水蜜、中津白桃、大玉白鳳、秋白桃、砂子早生九個品種所構成，主要爲華中及日本桃品種。雞珍桃及離核晚桃則各自成爲一群(圖 3)。在所分析的品種中，遺傳相似度係數介於 0.73-0.93 之間 Flordabelle 和 Flordagrande 的遺傳相似度係數達 0.96，顯示其親緣關係最近，雞珍桃與其餘試驗品種的遺傳相似度係數爲 0.73，與其他品種的親緣關係最遠，離核晚桃與其餘試驗品種的遺傳相似度係數爲 0.74，爲與其他品種親緣關係次遠的品種。

討　　論

根據野生桃的分布一般相信桃起源於中國大陸，經由自然演化及人爲選育品種，衍生出各式各樣的桃品種。本試驗依據 RAPD 標誌分析結果繪出遺傳相似度樹狀圖，大致可將試驗品種分爲東方品種及西方品種兩群，兩群的交會點爲矮性桃品種群，Swatow 爲源自華南的矮性桃，Zoritto 爲美國育出的矮性桃，親本之一即爲 Swatow(Okie1998)。西方品種群又因來源不同分爲巴西及美國兩亞群，東方品種群分爲華南品種、華中及日本品種兩亞群以及雞珍桃和離核晚桃兩個獨立品種，各亞群之遺傳相似度係數相近爲 0.8-0.81 之間，顯示亞群間人爲及自然演化進程相距不遠。經 RAPD 分析結果可將中國的華中桃品種與日本品種歸爲一群，顯示日本桃品種可能源自大陸華中地區。雞珍桃和離核晚桃與其他品種的遺傳相似度較低，表示與其他品種歧異性較大，在種原保育及研究上值得重視。Quarta 等(2000)利用 RAPD 技術研究義大利 66 個桃及油桃種原之親緣關係，結果顯示遺傳相似度係數在 0.8-1(同物異名)之間，大部分介於 0.9-1。本試驗結果本省保存之桃種原其遺傳歧異度較義大利所保存者爲高。

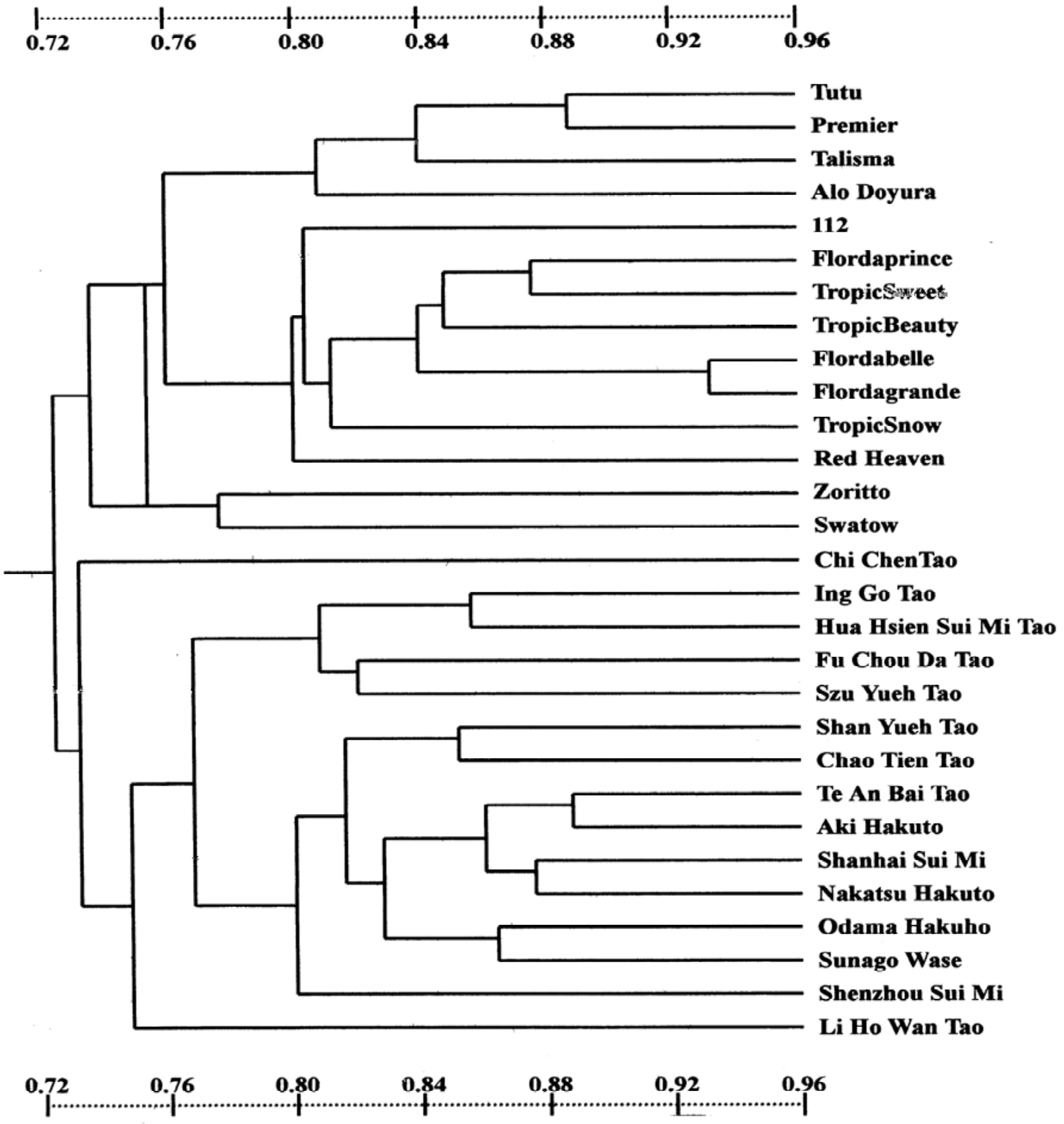

圖 3. 29 個桃品種之 RAPD 遺傳相似度聚類分析樹狀圖。

Fig. 3. Dendrogram of 29 peach varieties constructed by Jaccard's distance and UPGMA clustering method.

引用文獻

王昭月、范明仁、羅舜芳。1997。利用 RAPD 分子標誌估測番椒屬種原歧異性之研究。中華農業研究 46(4):314-323。

王昭月、莊耿彰、范明仁。2001。以 ISSR 與 RAPD 分子標誌分析火鶴花栽培種間遺傳相似性。中華農業研究 50(1):54-67。

李文立。1997。台灣原生鐵炮百合及台灣百合形態調查與 RAPD 多型性分析。國立台灣大學碩士論文。72 頁。

林政潔。1998。利用型態性狀與 RAPD 標誌在番椒品種鑑別應用之研究。國立中興大學碩士論文。146pp. 台中。台灣。

范明仁、王昭月、羅舜芳、許庭榮、曹文隆、楊金興、鄭耀星。1999。台灣落花生種原親緣關係之研究。II.應用 RAPD 進行落花生種原親緣關係之研究。中華農業研究 48(2):67-85。

郭金英、范崇輝、王力榮、朱更瑞、方偉超、李紅娟。2002。桃基因組 DNA 提取方法及部位的比較研究。果樹學報 19(3):205-207。

程中平、陳志偉、胡春根、鄧秀新、羅正榮。2001。利用 RAPD 標記對桃品種特殊種質分析。果樹學報 18(4):217-220。

楊新國、張開春、秦嶺、王永熙。2001。桃種質親緣演化關係的 RAPD 分析。果樹學報 18(5):276-279。

潘新法、孟祥勛、曹廣力、徐春明。2002。RAPD 在枇杷品種鑑定中的應用。果樹學報 19(2):136-138。

鄧九生、賴至昌、彭民璋。1999。幾個芒果品種的 RAPD 分析。果樹科學 16(2):156-158。

羅正榮、米森敬三、杉浦明。 1998。應用 RAPD 技術研究柿品種間的親緣關係。果樹科學 15(4):311-316。

Anuntalabhochai, S., R. Chundet, J. Chiangda and P. Apavatjrut. 2002. Genetic diversity within Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) based on RAPD analysis. Acta Hortic. 575:253-260.

Bartolozzi, F., M. L. Warburton, S. Arulsekar, and T.M. Gradziel. 1998. Genetic characterization and relatedness among California almond cultivars and breeding lines detected by randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 123(3):381-387.

Bellini, E., E. Giordani, V. Nencetti and D. Paffetti. 1998. Genetic relationships in Japanese plum cultivars by molecular markers. Acta Hortic. 478:53-59.

Botta, R., A. Akkak, and V. Casavecchia. 1998. Identification of pear cultivars by molecular markers. Acta Hortic. 457:63-70.

Botta, R., A. Akkak, D.Marinoni, G. Bounous, S. Kampfer, H. Steinkellner and C. Lexer. 1999. Evaluation of microsatellite markers for characterizing chestnut cultivars. Acta Hortic. 494:277-282.

Chaparro, J. X., D. J. Werner, D. O'Malley, and R. R. Sederoff. 1994. Targeted mapping and linkage analysis of morphological isozyme and RAPD markers in peach. App1. Genet. 87:805-814.

Damasco, O. P., Graham, G. C., Henry, R. J., Adkins, S. W., Smith, M. K., and I. D., Godwin. 1996. Random amplified polymorphic DNA(RAPD) detection of dwarf off-types in micropropagated Cavendish (*Musa* spp. AAA) bananas. Plant Cell Rep. 16:118-123.

Fanizza, G., G. Colonna, P. Resta, and G. Ferrara. 1999. The effect of the number of RAPD markers on the evaluation of genotypic distances in *Vitis vinifera.* Euphytica 107:45-50.

Fielder, J., G. Bufler, and F.Bamgerth.1998. Genetic relationships of avocado using RAPD markers. Euphytica 101:249-255.

Harada, T., K. Matsukawa, and T. Sato. 1993. DNA-RAPDs detect genetic variation and paternity in *Malus*. Euphytica 65:87-91.

Jaccard, P. 1901. Etude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. Bull. Soc. Vaudoise Sci. Nat. 37:547-549.

Koller, B., A. Lehmann, J.M. McDermott, and C. Gessler. 1993. Identification of apple cultivars using RAPD markers. Theor. Appl. Genet. 85:901-904.

Lanham P.G. and R.M.Brennan. 2001.Genetic diversity in *Ribus*. Acta Hortic. 546:135-144.

Moreno, S., Y. Gorgocena, and J.M. Ortiz. 1995. The use of RAPD markers for identification of cultivated grapevine (*Vitis vinifera* L.). Sci. Hortic. 62:237-243.

Nicese, F.R., J.I. Hormaza, and G.H. McGranahan. 1998. Molecular characterization and genetic relatedness among walnut genotype based on RAPD markers. Euphytica 101:199-206.

Okie, W.R. 1998. Handbook of peach and nectarine varieties. USDA-ARS Agriculture Handbook No. 714, 814 pp.

Oliveira, C.M., M. Mota, L. Monte-Corvo, L. Goulao, and D.M. Silva. 1999. Molecular typing of *Pyrus* based on RAPD markers. Sci. Hort. 79:163-174.

Qu, X., J. Lu, and O. Lamikanra. 1996. Genetic diversity in Muscadine and American bunch grapes based on randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 121:1020-1023.

Quarta, R., M.T. Dettori, I.Verde, U. Marchesi and M.A. Palombi. 2000. Characterization and evaluation of genetic diversity in peach germplasm using RAPD and RFLP markers. Acta Hortic. 546:489-496.

Rohlf, F.J. 1997. NTSYS-pc Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Version 2.0, Exeter Publications Setauket, New York.

Schnell, R.J., C.M. Ronning, and R.J. Knight, Jr. 1995. Identificaion of cultivars and validation of genetic relationships in *Mangifera indica* L. using RAPD markers. Theor. Appl. Genet. 90:269-274.

Sondur, S.N., Manshardt, R.M. and J.I., Stiles. 1996. A genetic linkage map of papaya based on randomly amplified polymorphic DNA markers. Theor. Appl. Genet. 93:547-553.

Stiles, J.I., C. Lemme., S. Sondur., M.B. Morshidi, and R. Manshsrdt. 1993. Using randomly amplified polymorphic DNA for evaluating genetic relationships among papaya cultivars. Theor. Appl. Genet. 85:697-701.

Williams, J.G.K., A.R. Kubelik, K.J. Livak, J.A. Rafalski, and S.V. Tingey. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acid Res. 18:6531-6535.

Warburton, M.L. and F.A. Bliss. 1996. Genetic diversity in peach (*Prunus persica* L. Batch) revealed by randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) markers and compared to inbreeding coefficients. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 121:1012-1019.

Wiesman, Z. Avidan, N. Lavee, S. and B. Quebedeaux, 1998. Molecular characterization of common olive varieties in Israel and the west bank using randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 123(5):837-841.

Genetic Relationship Analysis on Peach Germplasm by RAPD[1]

Ien-Chie Wen[2,4] and Tsai-Cheng Chieh[3]

Summary

Wen, I. C. and T. C. Chieh. 2003. Genetic relationship analysis on peach germplasm by RAPD. J. Agric. Res. China 52:144-152.

The genetic relationships among 29 peach cultivars were analyzed by using RAPD technology. A total of 220 primers were screened for their ability to produce strongly amplified products. Out of 35 primers amplified 305 DNA bands, 229 of which were polymorphic (75.1%). A dendrogram based on the UPGMA cluster analysis was constructed. All tested peach cultivars were divided into seven groups which were Brazilian peach group, American peach group, south China peach group, central China and Japan peach group, dwarf peach group, Li Ho Wan Tao group and Chi Chen Tao group. The results indicated Japan peach varieties may originate from central China. Flordabelle and Flordagrande had 96% similarity indexes, indicating the closest genetic relationship. Otherwise, Chi Chen Tao having 73% similarity indexes showed the farest genetic relationship with other tested peach varieties.

Key words: Prunus persica, Germplasm, RAPD.

1. Contribution No.2157 from Taiwan Agricultural Research Institute. Council of Agriculture. Accepted : April 28,2003.
2. Associate Researcher, Plant Germplasm Division, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Former Project Assistant, Plant Germplasm Division. TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, e-mail：icwen@wufeng.tari.gov.tw ; Fax：(04)23331673.

中 華 農 業 研 究

第五十二卷　第二期

中華民國九十二年六月出版

發 行 人：林 俊 義
總 編 輯：安 寶 貞
主　　編：陳 育 信　黃 淑 華　楊 舜 臣　陳 榮 華
編審委員：
農藝組：王 強 生（主審）
呂 秀 英　陳 一 心　楊 純 明　劉 新 裕
園藝組：歐 錫 坤（主審）
王 德 男　施 昭 彰　徐 信 次　劉 政 道
劉 邦 基
農化組：廖 慶 樑（主審）
王 鐘 和　郭 鴻 裕　劉 慧 瑛　簡 宣 裕
植病組：張 清 安（主審）
安 寶 貞　羅 朝 村　程 永 雄　蔡 武 雄
昆蟲組：王 清 玲（主審）
何 琦 琛　陳 炳 輝　陳 健 忠　鄭　允
鄭 清 煥
農機組：梁 連 勝（主審）
黃 禮 棟　蔡 致 榮
種原組：范 明 仁（主審）
農經組：潘 德 芳（主審）

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員

Vol. 52., No.2 Jun. 2003

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER: Lin, Chien-Yih

EDITOR IN CHIEF: Ann, Pao-Jen

EDITORS:

Chen, Yu-Hsin
Huang, Shu-Hua
Yang, Shen-Chen
Chen, Long-Hua

EDITORIAL BOARD:

Chang, Chin-An (Plant Pathology)
Ou, Shyi-Kuan (Horticulture)
Liang, Lien-Sheng (Agriculture Engineering)
Liaw, Ching-Liang (Agriculture Chemistry)
Wang, Chin-Ling (Applied Zoology)
Wang, Chang-Sheng (Agronomy)
Fan, Ming-Jen (Crop Genetic Resources)
Pan, Te-Fang (Agriculture Economics)

EDITORIAL ADVISORY BOARD:

Chen, Bing-Huei
Chen, Chien-Chung
Chen, Yi-Shin
Cheng, Ching-Huan
Cheng, Edward Yun
Cheng, Yung-Hsiung
Chien, Shiuah-Yuh
Guo, Horng-Yuh
Ho, Chyi-Chen
Hsu, Hsin-Tszu
Huang, Li-Dung
Liou, Pan-Chi
Liou, Tsung-Dao
Liu, Huey-Ing
Liu, Sin-Yie
Lo, Chaur-Tsuen
Lu, Hsiu-Ying
Shih, Jau-Chang
Tasi, Wu-Hsiung
Tsay, Jyh-Rong
Wang, Chong-Ho
Wang, Der-Nan
Yang, Chwen-Ming

Reviwers of the related fields are also invited from universities, and other research organizations

中華農業研究第五十二卷第二期

編　者：行政院農業委員會農業試驗所

發行人：林俊義

發行所：行政院農業委員會農業試驗所

地　址：台中縣霧峰鄉413萬豐村中正路一八九號

網　址：http://www.tari.gov.tw

電　話：(04)2330-2301～5

編　輯
印製者：普林特印刷有限公司

地　址：台北縣三重市忠孝路二段三十八巷六號

電　話：(02)29845807

中華民國92年6月出版

Vol. 52, No.2 Jun. 2003

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Trapping Effectiveness of Guava Fruit in a Net Bag for the Melon Fly, *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae) in Sponge Gourd Field
..........Kun-Yaw Ho, Shi-Cheng Hung, Chien-Chung Chen and How-Jing Lee··· 85

Herbicide, a Stress Factor on the Population Fluctuation of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi
....Su-Chen Lin, Su-Yuang Lin and Chi-Guang Wu···93

Effects of Some Factors on the Fruiting Characteristics of *Lepista nuda* (Bull.:Fr.) Cooke ....Meei-Hsing Chen, Jin-Torng Peng, Jene-Tung Chen and Shiuan-Yuh Chien···99

Estimating Chlorophyll and Nitrogen Status in Plants of *Amaranthus mangostanus* with Chlorophyll Meter...........Chwen-Ming Yang, Bor-Kwei Shen, Jih-Zu Yu, Chaur-Tsuen Lo and Jeng-Tzung Wu···107

Ammonium Tolerance of Seed Germination in Maize (*Zea mays* L.) and Their Combining Ability Analysis ....Guang-Jauh Shieh, Wen-Long Tsaur, King-Hsing Yang, and Hung-Shung Lu···119

Relationship between Seedling Stage and Tolerance to Ammonium in Maize
....Guang-Jauh Shieh, Wen-Long Tsaur, Chan-Lee Ho, King-Hsing Yang and Hung-Shung Lu···130

Studies on the Superoxide Scavenging Activity and Products Processing of Different Clonal Hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.)
........................Shu-Chin Lo, Min-Fu Hu, Chien-Ya Hung and Gow-Chin Yen···136

Genetic Relationship Analysis on Peach Germplasm by RAPD
....Ien-Chie Wen and Tsai-Cheng Chieh···144

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE,
COUNCIL OF AGRICULTURE
Taichung, Taiwan, Republic of China

ISSN 03

9 770376
GPN02526
定價：新臺幣